

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 063**

51 Int. Cl.:

A61B 5/05 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 9/27 (2006.01)

H01Q 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.01.2013 PCT/IL2013/050010**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.07.2013 WO13105086**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2013 E 13705260 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2800510**

54 Título: **Sondas electromagnéticas (EM), métodos para usar tales sondas EM y sistemas que utilizan tales sondas electromagnéticas EM**

30 Prioridad:

05.01.2012 US 201261583210 P

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

27.02.2019

73 Titular/es:

**SENSIBLE MEDICAL INNOVATIONS LTD.
(100.0%)**

**4 HaAlon Street
4059300 Kfar Neter, IL**

72 Inventor/es:

**SAROKA, AMIR;
VOSHIN, LEONID;
BARASH, YIFTACH;
ALMOG, BENYAMIN y
LEVI, TAL**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 702 063 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

Sondas electromagnéticas (EM), métodos para usar tales sondas EM y sistemas que utilizan tales sondas electromagnéticas EM

5

Campo y antecedentes de la invención

La presente invención, en algunas realizaciones de esta, se refiere a una sonda electromagnética (EM) y, más en particular, pero no exclusivamente, a una sonda EM para transmitir y/o recibir radiación electromagnética y a un método para fabricar la sonda EM.

10

La radiación EM, tal como la radiación por RF y MO, es un medio útil para monitorizar y diagnosticar tejidos corporales. Las propiedades dieléctricas de los tejidos pueden ser una forma de detectar diversas patologías y tendencias fisiológicas.

15

Los ejemplos para utilizar la radiación por RF y MO para monitorizar y diagnosticar tejidos corporales se encuentran, entre otros, en la publicación de la solicitud de patente internacional n.º WO 2010/100649, la publicación de la solicitud de patente internacional n.º WO 2009/031150 y/o en la publicación de la solicitud de patente internacional n.º 2009/031149.

20

Durante los últimos años, se han elaborado varias sondas EM. Por ejemplo, la patente estadounidense n.º 7.184.824 describe una sonda EM para examinar tejido y así diferenciarlo de otro tipo de tejido de acuerdo con las propiedades dieléctricas del tejido examinado. La sonda EM incluye un conductor interno, que tiene una pluralidad de púas conductoras afiladas y finas en un extremo proximal con respecto a un tejido, para así analizarlo, siendo operativa la pluralidad de púas conductoras afiladas y finas para reforzar los campos eléctricos marginales, donde se produce la interacción con el tejido que se quiere examinar.

25

Otro ejemplo es el descrito en la patente estadounidense n.º 7.591.792, que describe: una carcasa de sensores de tejido para uno o más elementos sensores. Cada elemento tiene una carcasa montada en un sustrato y superestrato con una antena plana entre medias. Una periferia de transición (PT) de una superficie externa del superestrato interconecta una base con una placa. Al menos, cierta parte de la PT tiene una transición generalmente fluida. Los elementos plurales están separados por la carcasa. Como alternativa, la PT del superestrato es plana, la carcasa se extiende hasta la superficie del superestrato externo y una protección rodea el elemento. La carcasa está a ras o a un nivel rebajado con respecto al superestrato y define una PT entre la carcasa y el superestrato. Un método convierte una señal de referencia en su forma compleja; la traza en un plano complejo como punto de referencia (PR); convierte una señal de medición en su forma compleja; la traza en el plano complejo como punto de medición (PM); determina una distancia compleja entre el PM y el PR; y compara la distancia compleja con un umbral.

30

35

Otras referencias indicadas relacionadas con la invención descrita en el presente documento incluyen:

40

La patente alemana n.º DE 10304420 B3, que desarrolla una antena receptora en bobina/espiral electromagnética que consiste en un disco compacto o disco de vídeo digital (1), con al menos una ranura en espiral (5) en el revestimiento de metal (2) que es tan profunda que el revestimiento está eléctricamente separado y un extremo de la bobina en espiral (4) del disco está provista de un punto de alimentación. La bobina puede contener espirales de varios brazos en el disco.

45

En la publicación de la solicitud de patente estadounidense n.º US 2010/0134371, una antena de banda ancha puede incluir una superficie de antena conductiva para irradiar señales, una placa base conductiva para reflejar las señales irradiadas desde la superficie de antena conductiva, y una capa dieléctrica dispuesta entre la superficie de antena conductiva y la placa base conductiva. La capa dieléctrica puede incluir una pluralidad de sustratos dieléctricos que presenten diferentes constantes dieléctricas.

50

La publicación de la solicitud de patente estadounidense n.º US 2003/0036674, que desarrolla una carcasa de sensores de tejido con uno o más elementos sensores. Cada elemento tiene una carcasa montada en un sustrato y superestrato con una antena plana entre medias. Una periferia de transición (PT) de una superficie externa del superestrato interconecta una base con una placa. Al menos, cierta parte de la PT tiene una transición generalmente fluida. Los elementos plurales están separados por la carcasa. Como alternativa, la PT del superestrato es plana, la carcasa se extiende hasta la superficie del superestrato externo y una protección rodea el elemento. La carcasa está a ras o a un nivel rebajado con respecto al superestrato y define una PT entre la carcasa y el superestrato. Un método convierte una señal de referencia en su forma compleja; la traza en un plano complejo como punto de referencia (PR); convierte una señal de medición en su forma compleja; la traza en el plano complejo como punto de medición (PM); determina una distancia compleja entre el PM y el PR; y compara la distancia compleja con un umbral.

55

60

Sumario de la invención

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se proporciona una sonda electromagnética (EM) para monitorizar, al menos, un tejido biológico, que comprende:

65

- un conductor de antena espiral que tiene, al menos, un brazo de espiral con una trayectoria en espiral que sale desde un punto de alimentación y que comprende una trayectoria de propagación de energía que se extiende desde el punto de alimentación hasta el giro más externo del conductor de antena espiral; y
- 5 una capa de absorción de radiación EM montada en paralelo en una superficie delantera o trasera de la antena; en donde la capa de absorción de radiación EM tiene una pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica que se corresponden con las partes de dicho conductor de antena espiral que tienen la misma superficie de conductor de antena, y cualquiera de dicha pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica tiene un coeficiente de absorción de radiación EM mayor que las regiones con forma de estructura concéntrica que alberga;
- 10 caracterizada por:
la capa de absorción de radiación EM comprende huecos a lo largo de la trayectoria de propagación de energía entre dicha pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica, donde los huecos tienen un tamaño más pequeño que un cuarto de una longitud de onda de la energía que se propaga a través del conductor de antena, en donde la longitud de onda se encuentra en el intervalo de 100 megahercios (MHz) a 5 gigahercios (GHz).
- 15 Opcionalmente, la antena espiral es una antena de banda ancha.
- Opcionalmente, la antena es una antena multifrecuencia.
- 20 Opcionalmente, el coeficiente de absorción de radiación EM de una región determinada con forma de estructura es una función de la suma integral de la cantidad de capa de absorción de radiación EM a lo largo de los perímetros efectivos relacionados con la región con forma de estructura.
- Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está montada en un plano común con un elemento conductivo de la antena.
- 25 Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está instalada para eliminar las corrientes de EM.
- Opcionalmente, la pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica comprende, al menos, tres regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica.
- 30 Opcionalmente, la sonda EM forma parte de una sonda EM que tiene una pluralidad de sondas EM similares.
- Opcionalmente, una pluralidad de las regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica se selecciona para que coincidan con el contorno de la antena espiral.
- 35 Opcionalmente, la pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica encuadra una forma que no tiene esencialmente una capa de absorción de radiación EM.
- 40 Opcionalmente, el grosor de un material de absorción de radiación en la pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica se reduce desde una periferia externa de la capa de absorción de radiación EM hacia un punto central de la capa de absorción de radiación EM.
- Opcionalmente, una proporción entre un material de absorción de radiación EM que tiene un primer coeficiente de absorción de radiación EM y otro material que tiene un segundo coeficiente de absorción de radiación EM en la pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica se reduce desde una periferia externa de la capa de absorción de radiación EM hacia un punto central de la capa de absorción de radiación EM.
- 45 Opcionalmente, al menos, algunas de la pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica comprenden un primer tramo de región con forma de estructura sustancialmente concéntrica fabricado con un material de absorción de radiación, y un segundo tramo de región con forma de estructura sustancialmente concéntrica fabricado con un elemento de un grupo que consiste en: un material de radiación de absorción adicional que tiene un coeficiente de absorción de radiación más bajo que el material de absorción de radiación, y un material de absorción de radiación adicional que no tiene material de absorción de radiación.
- 50 Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM que tiene una proporción entre una permeabilidad magnética real y una permeabilidad magnética imaginaria de al menos 0,01 para al menos algunas de las frecuencias que están dentro de un intervalo de 100 megahercios (MHz) y 5 gigahercios (GHz).
- 55 Más opcionalmente, la proporción es de al menos 0,1.
- Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM que tiene una proporción entre una permeabilidad eléctrica imaginaria y una permeabilidad eléctrica real de al menos 0,01 para al menos algunas de las frecuencias que están dentro de un intervalo de 100 megahercios (MHz) y 5 gigahercios (GHz).
- 60 Opcionalmente, la antena es una antena de cuernos o cónica. La capa de absorción de radiación EM reviste las
- 65

superficies internas de la antena, y el coeficiente de absorción de radiación aumenta como función de una distancia desde un punto de alimentación de la antena.

Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM alberga alimentación para la antena EM.

5 Más opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM tiene, al menos, un borde dentado que tiene una punta que apunta hacia la alimentación.

10 Más opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM tiene un conjunto recortado con forma de estrella, de modo que un centro geométrico de este coincide con un eje de puntería de la antena espiral.

15 Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM comprende una pluralidad de distintos materiales de absorción que tienen una pluralidad de coeficientes de absorción de radiación EM diferentes distribuidos en la pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica.

20 Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está configurada para que las regiones con forma de estructura concéntrica más internas, que están asociadas con el 10 % más interno o más de la superficie del conductor de antena, absorban solo un 5 % o menos de la cantidad total de radiación EM absorbida por la capa de absorción de radiación EM.

25 Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está configurada para que las regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica, que están asociadas con el 25 % más interno o más de la superficie del conductor de antena, absorban solo un 10 % o menos de la cantidad total de radiación EM absorbida por la capa de absorción de radiación EM.

30 Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está configurada para que las regiones con forma de estructura concéntrica más internas, que están asociadas con el 50 % más interno o más de la superficie del conductor de antena, absorban solo un 25 % o menos de la cantidad total de radiación EM absorbida por la capa de absorción de radiación EM.

35 Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está configurada para que las regiones con forma de estructura concéntrica más internas, que están asociadas con el 50 % más interno o más de la superficie del conductor de antena, absorban solo un 10 % o menos de la cantidad total de radiación EM absorbida por la capa de absorción de radiación EM.

40 Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está configurada para que las regiones con forma de estructura concéntrica más internas, que están asociadas con el 50 % más interno o más de la superficie del conductor de antena, absorban solo un 5 % o menos de la cantidad total de radiación EM absorbida por la capa de absorción de radiación EM.

45 Más opcionalmente, la absorción de radiación EM se mide con respecto a las frecuencias de la radiación EM que se irradian de forma más eficiente desde las regiones con forma de estructura concéntrica más externas de la antena, que abarcan el 64 % más externo o menos del área de superficie del conductor de antena que se relaciona con las regiones con forma de estructura concéntrica.

50 Más opcionalmente, la absorción de radiación EM se mide con respecto a las frecuencias de la radiación EM que se irradian de forma más eficiente desde las regiones con forma de estructura concéntrica más externas de la antena, que abarcan el 36 % más externo o menos del área de superficie del conductor de antena que se relaciona con las regiones con forma de estructura concéntrica.

Una serie de antenas tiene una pluralidad de sondas EM, cada una definida como se describe en la reivindicación 1.

Opcionalmente, las capas de absorción de radiación EM de al menos dos de la pluralidad de sondas EM forman parte de una única capa continua.

55 Opcionalmente, la sonda EM comprende además una cavidad con forma de copa que tiene una abertura y un volumen interior, un reborde circunferencial, conformado sustancialmente alrededor de la cavidad con forma de copa, cerca de la abertura, y al menos una capa de un material para absorber la radiación electromagnética, aplicada en al menos una de una parte del reborde circunferencial y una parte de la superficie externa de la cavidad con forma de copa.

60 Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está incluida en una capa continua. Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está estratificada.

Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está dividida en una pluralidad de tramos.

65 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se proporciona un método para producir una sonda electromagnética (EM) para monitorizar, al menos, un tejido biológico, que comprende: que proporciona un conductor

de antena espiral que tiene, al menos, un brazo conductor que sale desde un punto de alimentación y que comprende una trayectoria de propagación de energía que se extiende desde el punto de alimentación hasta el giro más externo del conductor de antena espiral; y aplicar una capa de absorción de radiación EM en paralelo en una superficie delantera o trasera de la antena;

5 en donde la capa de absorción de radiación EM tiene una pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica que se corresponden con las partes de dicho conductor de antena espiral que tienen la misma superficie de conductor de antena, y cualquiera de dicha pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica tiene un coeficiente de absorción de radiación EM mayor que las regiones con forma de estructura concéntrica que alberga; caracterizada por:

10 la capa de absorción de radiación EM comprende huecos a lo largo de la trayectoria de propagación de energía entre dicha pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica, donde los huecos tienen un tamaño más pequeño que un cuarto de una longitud de onda de la energía que se propaga a través del conductor de antena, en donde la longitud de onda se encuentra en el intervalo de 100 megahercios (MHz) a 5 gigahercios (GHz).

15 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se proporciona un método para monitorizar, al menos, un tejido biológico. El método comprende proporcionar una sonda electromagnética (EM) que comprende una antena espiral que realiza, al menos, una actividad de: emitir y capturar radiación EM, teniendo la antena una capa de absorción de radiación EM montada a lo largo de la antena, en donde la capa de absorción de radiación EM tiene una pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica que se corresponden con las partes de la antena espiral que tienen la misma área de superficie que los brazos conductivos, cada una de la pluralidad de regiones con forma de estructura tiene un coeficiente de absorción de radiación EM mayor que cualquier otra región con forma de estructura concéntrica que albergue, y une la sonda a un usuario monitorizado.

25 A menos que se definan de otro modo, todos los términos técnicos y/o científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que el entendido comúnmente por un experto en la materia a la que pertenece la invención. Aunque pueden usarse métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en el presente documento en la puesta en práctica o ensayo de las realizaciones de la invención, a continuación, se describen los métodos y/o materiales ejemplares. En caso de conflicto, la memoria descriptiva de la patente, que incluye las definiciones, será la que regule esto. Además, los materiales, métodos y ejemplos son ilustrativos solamente y no pretenden ser necesariamente limitantes.

30 La implementación del método y/o sistema de realizaciones de la invención puede implicar realizar o completar tareas seleccionadas de forma manual, automática, o una combinación de estas. Así mismo, de acuerdo con la instrumentación y el equipo reales de las realizaciones del método y/o el sistema de la invención, varias tareas seleccionadas podrían implementarse mediante *hardware*, mediante *software* o mediante *firmware* o mediante una combinación de estos usando un sistema operativo.

35 Por ejemplo, el *hardware* para realizar tareas seleccionadas de acuerdo con las realizaciones de la invención podría implementarse como un chip o un circuito. En cuanto al *software*, las tareas seleccionadas de acuerdo con las realizaciones de la invención podrían implementarse como una pluralidad de instrucciones de *software* que son ejecutadas por un ordenador usando cualquier sistema operativo adecuado. En una realización ejemplar de la invención, una o más tareas de acuerdo con realizaciones ejemplares del método y/o sistema, tal como se describe en el presente documento, son llevadas a cabo por un procesador de datos, tal como una plataforma informática para ejecutar una pluralidad de instrucciones. Opcionalmente, el procesador de datos incluye una memoria volátil para almacenar instrucciones y/o datos y/o un almacenamiento no volátil, por ejemplo, un disco duro magnético y/o medios amovibles, para almacenar instrucciones y/o datos. Opcionalmente, también se proporciona una conexión en red. También se proporcionan opcionalmente una pantalla y/o un dispositivo de entrada del usuario, tal como un teclado o ratón.

50 Breve descripción de los dibujos

Algunas realizaciones de la invención se describen en el presente documento, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos. En la figura 1F se divulga una realización de la invención. Ahora, con referencia específica y pormenorizada a los dibujos, se hace hincapié en que las particularidades mostradas son a modo de ejemplo y con fines de descripción ilustrativa de las realizaciones de la invención. En este sentido, la descripción junto con los dibujos hace que sea evidente para los expertos en la materia cómo pueden ponerse en práctica las realizaciones de la invención.

En los dibujos:

60 la figura 1A es una ilustración esquemática superior de una sonda EM ejemplar, que incluye una antena espiral que tiene montada una capa de absorción de radiación EM con regiones con forma de estructura concéntrica que presentan diferentes coeficientes de absorción de radiación EM, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;

65 la figura 1B es una representación en perspectiva esquemática de las regiones con forma de estructura concéntrica de una antena, tal como la antena de la figura 1A, y que representa una sección transversal a través de las regiones

con forma de estructura concéntrica, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;
 las figuras 1C-1E son ilustraciones en sección transversal lateral esquemáticas de las antenas que tienen una vista superior, esencialmente como la que se muestra en la figura 1A, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación; la figura 1F divulga una realización de la invención;
 5 las figuras 2A-2B son ilustraciones esquemáticas lateral y superior de una sonda EM ejemplar que tiene una antena espiral montada para que un lado de esta se oriente hacia una capa de absorción de radiación EM, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;
 la figura 2C es una ilustración esquemática de una antena espiral ejemplar sin una capa de absorción de radiación;
 la figura 3A es una ilustración esquemática de una sonda EM que tiene una capa de absorción de radiación EM con un recorte con forma de estrella, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;
 10 la figura 3B es una ilustración esquemática de una sonda EM que tiene una capa de absorción de radiación EM que comprende una pluralidad de tramos de capa con forma de estructura concéntrica, que aumenta de anchura como función de una distancia desde el centro, por ejemplo, desde un eje de puntería de la antena, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;
 15 la figura 3C es una ilustración esquemática de una sonda EM que tiene una pluralidad de partes de capa de absorción de radiación EM con forma de triángulo, ubicadas alrededor de la periferia de la antena, y que juntas comprenden una pluralidad de tramos con forma de estructura concéntrica que tienen una cantidad en aumento de capa de absorción de radiación EM como función de una distancia desde el centro, por ejemplo, desde un eje de puntería de la antena, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;
 20 la figura 4 representa una configuración opcional de la serie de antenas espirales, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;
 la figura 5 es una ilustración esquemática lateral de una sección transversal de una antena plana dentro de una carcasa, estando cubierta la antena con una capa de absorción de radiación EM, por ejemplo, como se representa en las figuras 3A-3C anteriores, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención;
 25 la figura 6 es un gráfico que representa una respuesta de amplitud de un sistema que comprende dos sondas EM, cada una con una antena espiral plana en donde una de las sondas EM se comunica con la otra, a través de un tórax humano, desde la espalda hasta el pecho, o desde el pecho hasta la espalda, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención; y
 las figuras 7A y 7B representan esquemáticamente sondas EM que tienen un sustrato de absorción EM, donde la figura 7A representa una antena espiral circular y la figura 7B muestra una antena espiral (elíptica) ovalada.
 30

Descripción de las realizaciones de la invención

La presente invención, en algunas realizaciones de esta, se refiere a una sonda electromagnética (EM) y, más en particular, pero no exclusivamente, a una sonda EM para transmitir y/o recibir radiación electromagnética y a un método para fabricar la sonda EM.
 35

De acuerdo con algunas realizaciones, se proporcionan sondas EM, opcionalmente para monitorizar tejido(s) biológico(s), que incluyen una antena espiral y una capa de absorción de radiación EM a lo largo de la antena, y que tienen un coeficiente de absorción de radiación EM que aumenta como función de la distancia desde un centro geométrico y/o un punto de alimentación de la antena y/o el eje de puntería de la antena. Puede considerarse que tal coeficiente de absorción de radiación EM puede aumentar desde un centro geométrico y/o un punto de alimentación de la antena y/o eje de puntería de la antena, incluso si permanece constante en una parte de la distancia.
 40

Tal y como se usa en el presente documento, puede considerarse que el término "antena espiral" significa una antena o parte de una antena, que está configurada para transmitir y/o interceptar una pluralidad de frecuencias dentro de un amplio intervalo de frecuencias, en donde la frecuencia mayor y la frecuencia menor, que pueden ser transmitidas por la antena, definen entre ellas el amplio intervalo. En algunas realizaciones, la antena está configurada para transmitir y/o interceptar todo el amplio intervalo. En otras realizaciones, la antena es una antena multifrecuencia, en el sentido de que está configurada para transmitir y/o interceptar dos o más subconjuntos de frecuencias dentro del amplio intervalo, en donde la frecuencia mayor y la frecuencia menor, que pueden ser transmitidas por la antena, definen entre ellas el amplio intervalo. En algunas realizaciones, el amplio intervalo abarca un intervalo de $\pm 40\%$ o más, en torno a una frecuencia central, o incluso un octavo completo de las frecuencias, o más. En algunas realizaciones, el amplio intervalo abarca una banda de 600 MHz a 4 GHz.
 45
 50
 55

En algunas realizaciones, este elemento de irradiación puede utilizarse para señales de banda estrecha de frecuencia única, señales multibanda o señales de banda ancha que utilizan frecuencias bajas. En este aspecto, la multifrecuencia puede referirse también a señales multibanda o de una sola banda.
 60

Tal y como se usa en el presente documento, el "eje de puntería" de una antena es el eje del lóbulo de la antena que tiene una ganancia máxima cuando se mide en espacio libre.

La antena espiral puede tener cualquier forma y tener uno, dos o más brazos de espiral y que tiene una forma seleccionada de redonda, ovalada, cuadrada y/o rectangular. La antena espiral puede o no ser plana.
 65

La capa de absorción de radiación EM puede montarse a lo largo de la antena desde cualquier dirección, siempre y

cuando se coloque para que influya en la emisión de energía EM de la antena. Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está colocada tan cerca del/los conductor(es) de antena que atenúa la energía EM reduciendo sus corrientes. Opcionalmente, esto incluye colocar la capa de absorción de radiación EM, al menos parcialmente, en el campo cercano de la antena. Opcionalmente, esto incluye el volumen alrededor de, al menos, una parte del/los
 5 brazo(s) de conducción, con la distancia de la mayoría siendo 5, 3 o 1 veces la distancia mayor entre dos brazos de conducción adyacentes en la misma ubicación. En consecuencia, la capa de absorción de radiación EM puede colocarse a lo largo de una superficie de la antena (por ejemplo, delantera y/o trasera) y/o la antena puede integrarse parcial o totalmente en la capa de absorción de radiación EM y/o la capa de absorción de radiación EM puede comprender material de absorción de radiación EM ubicado entre los brazos de antena. Tal y como se usa en el
 10 presente documento, la energía EM puede referirse a campos y/o corrientes EM.

En algunas realizaciones, la fabricación de las sondas EM, como se ha esbozado anteriormente y se describe más adelante, puede proporcionar un aumento de un tamaño determinado del ancho de banda efectivo y utilizable de las sondas EM que tienen antenas. Específicamente, puede permitir el uso de frecuencias más bajas y/o una fluidez
 15 mejorada de bandas más bajas, mientras que, al mismo tiempo, también puede mantener una gran eficiencia de la banda más alta y una transición fluida desde la banda baja más hasta la banda más alta. Dicha sonda EM tiene un comportamiento de espectro fluido de ambas, la respuesta de la antena con respecto a la fase y a la amplitud. La sonda EM también puede mejorar la polarización circular de la antena, específicamente, en la banda más baja.

Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM incluye una pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica que se corresponden con las partes de la antena y que presentan áreas de superficie en el plano de los conductores de antena. Opcionalmente, la capa de absorción de radiación incluye una pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica que se corresponden con las partes de la antena que tienen la misma superficie que los brazos conductivos. Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM tiene
 20 una pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica que se corresponden con las partes de la antena que tienen la misma pérdida de energía sin la capa de absorción de radiación EM. En este contexto, "la misma pérdida" significa una pérdida de energía EM que no se debe a que la energía EM se irradie. Esta pérdida puede incluir, por ejemplo, la conversión de energía en calor.

En algunas realizaciones, la capa de absorción de radiación EM está compuesta por una pluralidad de dichas regiones. En algunas realizaciones, la capa de absorción de radiación EM está conformada de manera distinta (por ejemplo, por una única capa continua o por una pluralidad de formas o partes no concéntricas), pero como agregado, tiene una pluralidad de, o puede dividirse en regiones con forma de estructura concéntrica. En ocasiones, una o más de las regiones con forma de estructura concéntrica pueden comprender o consistir en una o más regiones que están
 30 desprovistas de la capa de absorción de radiación EM.

Estas están formadas para que cada región con forma de estructura concéntrica tenga un coeficiente de absorción de radiación EM mayor que cualquier otra región con forma de estructura concéntrica que alberguen.

En algunas realizaciones, las regiones con forma de estructura concéntrica tienen una forma que sigue el contorno de los brazos de la antena. Por ejemplo, en una antena circular, las regiones con forma de estructura pueden ser redondeadas, mientras que, en una antena cuadrada, las regiones con forma de estructura pueden ser cuadradas.

En algunas realizaciones, para proporcionar el aumento del coeficiente de absorción de radiación EM gradual anteriormente señalado, la capa de absorción de radiación EM puede conformarse para que la cantidad de material de absorción aumente como función de una distancia desde el centro geométrico y/o punto de alimentación y/o el eje de puntería de la antena. Adicionalmente o como alternativa, la concentración y/o la densidad del material de absorción aumenta como función de una distancia desde el centro geométrico y/o punto de alimentación y/o eje de puntería. Adicionalmente o como alternativa, los coeficientes de absorción de radiación EM de los materiales de absorción
 45 utilizados en la capa de absorción de radiación EM cambia como función de una distancia desde el centro geométrico y/o punto de alimentación y/o eje de puntería. Adicionalmente o como alternativa, la anchura o densidad del/los elemento(s) conductivo(s) de la antena espiral cambia como función de una distancia desde el centro geométrico y/o punto de alimentación.

Antes de explicar en detalle al menos una realización de la invención, debe entenderse que la aplicación de la invención no se limita necesariamente a los detalles de fabricación y a la disposición de los componentes y/o métodos expuestos en la siguiente descripción y/o ilustrados en los dibujos y/o en los ejemplos. La invención puede tolerar otras realizaciones o puede ponerse en práctica o llevar a cabo de diversas maneras.

A continuación, se hace referencia a las figuras 1A a 1F, que son una vista superior, una vista en perspectiva en sección transversal y cuatro vistas en sección transversal alternativas de una sonda EM 90 ejemplar que tiene un conductor de antena espiral 91 no plano, que tiene una capa de absorción de radiación electromagnética (EM) 92 montada a lo largo de, al menos, una parte del conductor de antena 91 con regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica 93, que presentan diferentes coeficientes de absorción de radiación EM, opcionalmente, alrededor de una parte 95 que está desprovista de la capa de absorción de radiación EM o que comprende un material con un grado inferior de absorción de EM, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.
 60
 65

Opcionalmente, la atenuación de la energía EM gracias a una capa de absorción de radiación EM no comprende o consiste en elementos aglomerados.

5 La capa de absorción de radiación EM 92 puede ser continua y/o no continua, de modo que las regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica 93 pueden estar separadas y/o ser continuas visualmente. En la figura 1A, se muestra un esquema de una antena espiral plana ejemplar que tiene un conductor de antena 91. El esquema de cada una de la pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica 93 se representa en la figura 1A con tonos graduados, y los bordes entre ellos están representados por líneas discontinuas. El nivel de coeficiente de absorción de radiación se ejemplifica mediante una serie de tonos graduados que oscilan desde blanco hasta gris oscuro (los tonos más oscuros representan un nivel más alto de absorción de radiación).

15 En la figura 1B se muestra un ejemplo de regiones con forma de estructura concéntrica. En algunas realizaciones, estas regiones comprenden un conductor de antena 91, o una parte de este, y en otras no. Tal como se ve en la figura 1B, las regiones tienen un volumen determinado. Este volumen puede extenderse por encima o por debajo y/o a través del conductor de antena 91. Las regiones con forma de estructura pueden caracterizarse por la longitud ocupada por cada región a lo largo de la sección transversal A-B mostrada en la figura 1B y, en algunas realizaciones, esta longitud es la misma para una pluralidad o todas las regiones con forma de estructura.

20 Para resumir, un coeficiente de absorción de radiación EM puede denominarse coeficiente de absorción. Este coeficiente de absorción es una cantidad que caracteriza el grado hasta el que una capa de absorción de radiación EM o parte de esta puede atenuar la energía EM que interactúa con esta, convirtiéndola en calor. Un coeficiente de absorción mayor significa que la energía se atenúa hasta un mayor grado a medida que interactúa con la capa, y un coeficiente de absorción menor significa que la capa atenúa la energía EM hasta un menor grado (si lo hace). El coeficiente de absorción se mide opcionalmente utilizando unidades de cantidad recíproca (por ejemplo, longitud) del conductor de la antena que se expone en la capa de absorción de radiación EM. En algunas realizaciones, el coeficiente de absorción de radiación de una capa de absorción de radiación EM, en un punto determinado a lo largo de la antena, es una función de la cantidad de capa de absorción de radiación EM a lo largo de un perímetro efectivo relacionado con dicho punto, tal y como se explica con más detalle más abajo, por ejemplo, con respecto a las figuras 7A y 7B.

30 Ya que en la antena espiral cada frecuencia irradiada tiene su propio radio de irradiación efectivo desde el eje de puntería, las experiencias de absorción totales efectivas para cada frecuencia son diferentes y es la integral de la absorción desde el punto de alimentación hasta el radio efectivo a lo largo de los brazos de conducción, que equivale a la integral del coeficiente de absorción desde el radio de alimentación hasta el radio de radiación efectiva de dicha frecuencia.

40 En algunas realizaciones, el efecto de absorción de radiación EM en la radiación de una determinada frecuencia es una función de la suma integral de todos los coeficientes de absorción de radiación EM de las regiones con forma de estructura concéntrica entre la alimentación de una antena y la región en la que se irradia o intercepta efectivamente la frecuencia.

Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM comprende material (por ejemplo, material ferromagnético) que tiene una tangente de pérdidas de permeabilidad alta ($\tan \delta = \mu''/\mu'$) que reduce los campos magnéticos hasta un grado que es proporcional al grado al que se expone la energía EM frente a la capa de absorción de radiación EM.

45 Opcionalmente, la atenuación de la energía EM gracias a una capa de absorción de radiación EM puede controlarse utilizando materiales que tengan diferentes propiedades electromagnéticas (por ejemplo, diferente tangente de pérdidas de permeabilidad), cambiando la cantidad y/o concentración del/los material(es) en la capa de absorción de radiación EM y/o cambiando la cobertura de la antena con la capa de absorción de radiación EM (por ejemplo, utilizando discontinuidades o volúmenes), etc. Se observa que, para la energía EM que tiene una frecuencia determinada, las discontinuidades que son significativamente menores que la longitud de onda ($<0,25 \lambda$ o $<0,1 \lambda$) pueden utilizarse a lo largo de una trayectoria de propagación de la energía. En tales casos, las discontinuidades tendrán un efecto significativo y solo el material agregado tendrá efecto. En algunas realizaciones, donde hay una pluralidad de trayectorias de propagación para la energía, puede elegirse que las discontinuidades sean significativamente menores que la longitud de onda en todas las trayectorias de propagación si tienen que tener poco o ningún efecto.

60 Adicionalmente o como alternativa, la atenuación puede controlarse seleccionando la ubicación de la capa de absorción de radiación EM a lo largo de la antena. Por ejemplo, en una antena espiral que tiene una pluralidad de brazos, el mismo material colocado entre los brazos de la antena puede tener un efecto más fuerte en la energía EM que la que tendría si estuviera colocado por encima o por debajo del plano de la antena.

65 La capa de absorción de radiación EM 92 está dispuesta cerca o en contacto con el conductor de antena 91. Los ejemplos para colocar la capa de absorción de radiación EM se proporcionan en las figuras 1C-1F, que representan algunas secciones transversales A-B opcionales a través de la capa de absorción de radiación EM 92.

En la figura 1C, la capa de absorción de radiación EM 92 se dispone a lo largo de un lado frontal o lado trasero de una antena plana que tiene un conductor de antena 91. El lado frontal es el que es perpendicular a y se orienta hacia la dirección principal de transmisión y/o recepción. Por ejemplo, al menos, el lado frontal de los elementos conductivos de transmisión de la antena espiral, al menos parcialmente, está cubierto por, pegado con o unido a la capa de absorción de radiación EM 92. En la figura 1C, tanto el lado frontal como el trasero de la antena están cubiertos por la capa de absorción de radiación EM 92. En ambas figuras, 1B y 1C, se muestra que la capa de absorción de radiación EM 92 tiene una composición degradada de capa de absorción de radiación EM o del material de absorción de EM depositado en esta, tal y como se representa con el sombreado degradado de la capa de absorción de radiación EM 92. La figura 1D muestra una sección transversal alternativa, en donde el conductor de antena 91 está intercalado con o integrado dentro de la capa de absorción de radiación EM 92.

En la figura 1D, se muestra que la capa de absorción de radiación EM 92 tiene una composición degradada de capa de absorción de radiación EM o del material de absorción de EM. Por el contrario, la sección transversal mostrada en la figura 1E muestra una formación estratificada de la capa de absorción de radiación EM dentro de la capa de absorción de radiación EM 92. Tal como se observa en este ejemplo, la región con forma de estructura concéntrica 93A, tal y como se muestra dentro de la sección transversal, consiste en una capa de absorción de radiación EM, mientras que la región con forma de estructura concéntrica 93B está parcialmente desprovista de la capa de absorción de radiación EM, y la región más interna con forma de estructura concéntrica 93C tiene la menor cantidad de las tres. Estas tres regiones están separadas por líneas discontinuas. En algunas realizaciones, a diferencia de la reciente, las regiones con forma de estructura concéntrica coinciden con las capas comprendidas en la capa de absorción de radiación EM.

Finalmente, en la figura 1F, se muestra una sección transversal a través de una antena espiral que tiene un conductor de antena 91. En este ejemplo, la capa de absorción de radiación EM 92 comprende una capa de absorción de radiación EM opcionalmente integrada entre los brazos de antena. La capa de absorción de radiación EM está así instalada, de modo que si los brazos de espiral (por ejemplo, los brazos conductores) de la antena espiral tienen un grosor fijo, las partes de brazo de igual longitud presentan una misma pérdida de energía cuando no tienen la capa de absorción de radiación EM 92.

La capa de absorción de radiación EM 92 está hecha opcionalmente con un material de absorción de EM. Como se describe adicionalmente más adelante, el material de absorción de EM está opcionalmente distribuido en la capa de absorción de radiación EM 92, de modo que el coeficiente de absorción de las regiones con forma de estructura concéntrica 93 aumenta cuando se alejan del eje de puntería de la antena y van hacia sus bordes a lo largo de la sección transversal A-B de la antena.

Opcionalmente, el material de absorción de EM comprende un material que incluye una disipación de la energía y las corrientes EM, por ejemplo, uno o más materiales como ECCOSORB®, de Emerson & Cuming®, con una tangente de pérdidas de permeabilidad ($\tan \delta = \mu''/\mu'$) $>0,01$, $>0,1$ o $>0,3$ o $>0,6$, donde μ'' indica la parte imaginaria de la permeabilidad magnética y μ' indica una parte real de la permeabilidad magnética, para todas o algunas frecuencias dentro del intervalo de 100 megahercios (MHz) a 5 gigahercios (GHz), por ejemplo, para 1 GHz y/o 2 GHz, y/o una tangente de pérdidas de permitividad ($\tan \delta = \epsilon''/\epsilon'$) $>0,01$, $>0,1$ o $>0,3$ o $>0,6$, donde ϵ'' indica una parte imaginaria de la permitividad eléctrica y ϵ' indica una parte real de la permitividad eléctrica, para todas o algunas de las frecuencias dentro del intervalo de 100 MHz a 5 GHz, por ejemplo, para 1 GHz y/o 2 GHz. Opcionalmente, el material de absorción de EM se caracteriza por μ' en el intervalo entre 1 y 30, por ejemplo, alrededor de 20, y/o μ'' en el intervalo entre 1 y 30, por ejemplo, en el intervalo entre 6 y 15, y/o se caracteriza por ϵ'' en el intervalo entre 2 y 60, por ejemplo, en el intervalo entre 8 y 30 y/o ϵ' está en el intervalo de 1-30, por ejemplo 5-10. Esto se aplica a todas o algunas de las frecuencias en el intervalo entre 100 MHz y 5 GHz, por ejemplo, en el intervalo entre 800 MHz y 3,6 GHz. En algunas realizaciones, el material de absorción de EM comprende un material seleccionado de acuerdo con la frecuencia de la energía EM que se va a afectar. En algunas realizaciones, un vehículo, como silicio u otro material polímero, puede mezclarse con uno o más de los siguientes: materiales ferromagnéticos, materiales con diferentes propiedades dieléctricas, como fluidos, metales oxidados, conductores resistivos, donde la mezcla puede ser de tal tipo que presente diferentes características de perfil EM, tal como un coeficiente de absorción distinto en diferentes distancias desde el eje de puntería con un continuo coeficiente de EM cambiante. Opcionalmente, el material de absorción de EM se selecciona para que atenúe mejor la energía EM, al menos, en frecuencias que se transmiten por las partes externas de la antena. Por ejemplo, esto puede ser la parte de la periferia de la antena espiral que abarca el 64 % o menos del área de superficie total de la antena, o incluso el 36 % externo o menos de la superficie, o incluso el 19 % o menos del área de superficie de irradiación. En una antena espiral redondeada, por ejemplo, esto puede ser el 40 % externo del radio de una antena redondeada, o el 20 % externo, o incluso el 10 % externo, o menos del radio de una antena redondeada.

Tal y como se muestra, por ejemplo, en la figura 1F, la capa de absorción de radiación EM 92 rellena los espacios en el plano del conductor de antena 91 de la antena, por ejemplo, los huecos entre los elementos conductivos, tales como los brazos. Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM 92 rellena un espacio en el plano de la(s) línea(s) de conducción de la antena y un plano de tierra. En algunas realizaciones, la antena tiene una única línea de conducción, por ejemplo, una antena espiral de un brazo que tiene un plano de tierra con un conductor con forma circular o rectangular, que discurre en paralelo al plano de tierra. Esta línea se considera una micro tira, donde el

conductor de espiral y el plano de tierra están separados por un sustrato. En dichas realizaciones, la capa de absorción de radiación EM 92 tiene un efecto sustancial cuando se encuentra entre la línea de conducción y el plano de tierra.

La fabricación de la capa de absorción de radiación EM 92, como se ha descrito anteriormente, puede proporcionar un aumento del ancho de banda efectivo y utilizable de la antena de determinado tamaño. Específicamente, puede permitir una frecuencia de corte más baja con una fluidez mejorada de la banda inferior, mientras que, al mismo tiempo, mantiene una gran eficiencia de la banda más alta y una transición fluida desde la banda más baja hasta la banda más alta, por ejemplo, menos mellas y un funcionamiento del espectro fluido de la respuesta a la fase y la amplitud de la antena.

La capa de absorción de radiación EM 92 puede diseñarse con varias configuraciones para conseguir diferentes ventajas de rendimiento. Por ejemplo, el aumento de la proporción entre el área de la antena que cubre la capa de absorción de radiación EM 92 y el área de la antena que no está cubierta con esta, aumenta el efecto de la capa de absorción de radiación EM 92. En particular, dicha proporción aumenta la fluidez de la respuesta de la frecuencia en frecuencias más bajas, además de disminuir la frecuencia de corte baja y mejorar la polarización circular en frecuencias bajas, aunque a cambio, permuta la eficiencia de la frecuencia más baja. Por otro lado, un aumento de la proporción reduce la eficiencia de la transmisión en frecuencias altas que ahora presentan sus áreas de radiación cubiertas con material de absorción.

En cuanto a las figuras 7A y 7B, tal y como se ilustra en estos dibujos, cualquier punto en una antena puede tener un perímetro efectivo relacionado con ella. En algunas realizaciones, el coeficiente de absorción de radiación de una capa de absorción de radiación EM, en un punto determinado, es una función de la cantidad de capa de absorción de radiación EM a lo largo del perímetro efectivo relacionado con dicho punto. En algunas realizaciones, el coeficiente de absorción de radiación de una capa de absorción de radiación EM, en cada una de las regiones de estructura concéntrica, es una función de la suma integral de la cantidad de capa de absorción de radiación EM a lo largo de varios perímetros efectivos relacionados con cada región. En algunas realizaciones, el coeficiente de absorción de radiación de una capa de absorción de radiación EM de una región de estructura concéntrica es una función de la suma integral de la cantidad de capa de absorción de radiación EM a lo largo de todos los perímetros efectivos desde la alimentación de la antena y hasta el perímetro efectivo de la región que está más alejada de esta alimentación.

El perímetro efectivo, en algunas realizaciones, puede ser una región de una antena que irradia una frecuencia o banda de frecuencias determinada a una eficiencia máxima o casi máxima. En una antena espiral, la región activa es la parte de la antena desde la alimentación y hasta un lugar en la antena donde la circunferencia de la espiral es igual a la longitud de onda. En algunas realizaciones, esto también incluye partes de la espiral que tienen radios que se diferencian del radio de la circunferencia anteriormente mencionada en hasta el 10 % o hasta el 20 %, medido desde la alimentación de la antena.

Se observa que, para la energía EM que tiene una frecuencia determinada, las discontinuidades que son significativamente menores que la longitud de onda ($<0,25 \lambda$ o $<0,1 \lambda$) pueden utilizarse a lo largo de una trayectoria de propagación de la energía. En tales casos, las discontinuidades tendrán un efecto significativo y solo el material agregado tendrá efecto. En algunas realizaciones, donde hay una pluralidad de trayectorias de propagación para la energía, puede configurarse que las discontinuidades sean significativamente menores que la longitud de onda en todas las trayectorias de propagación si tienen que tener poco o ningún efecto.

La figura 7A representa, por ejemplo, la sonda EM 900' que comprende una antena espiral 901' redondeada, que tiene una capa de absorción de radiación EM unida a esta como capa de absorción de la irradiación EM 902. La antena 901 tiene una sección transversal desde el punto P_0 hasta el punto P_n , que abarca entre el punto 905 (P_0 que puede ser la alimentación, el centro geométrico y/o el eje de puntería de la antena 901) y un punto P_n en el borde externo de la antena. En cualquier punto a lo largo de la sección transversal (mostrado, por ejemplo, P_1 y P_2) el perímetro efectivo (910 y 920, respectivamente) es el círculo alrededor de la alimentación 905 a una distancia fija (P_1 o P_2 , respectivamente) del punto 905. Opcionalmente, el perímetro efectivo incluye partes de la antena que tienen un radio que es de 10 % a 20 % más corto que P_1 (o P_2 , según proceda) las partes de la antena que tienen un radio que es de 10 % a 20 % más corto que P_1 (o P_2 , respectivamente). En algunas realizaciones, cuando una frecuencia (o banda de frecuencias) se irradia a una eficiencia máxima desde una pluralidad de regiones entre dos puntos (por ejemplo, P_1 y P_2) a lo largo de la sección transversal, el perímetro efectivo puede consistir en toda la superficie de la antena entre los perímetros efectivos de los dos puntos (en este ejemplo, entre 910 y 920).

La figura 7B representa, por ejemplo, la sonda EM 900' que comprende una antena espiral 901' ovalada, que tiene una capa de absorción de radiación EM unida a esta como capa de absorción de la irradiación EM 902'. La antena 901' tiene una sección transversal P_0 - P_n que abarca entre el punto 905' (P_0 que puede ser el centro de alimentación, geométrico y/o el eje de puntería de la antena 901') y un punto P_n en el borde externo de la antena. En cualquier punto de la sección transversal (mostrado, por ejemplo, P_1 y P_2) el perímetro efectivo (910' y 920', respectivamente) es una trayectoria de 360° que conduce hacia atrás, a lo largo de un brazo de antena desde el punto determinado de la sección transversal hacia el punto 905'. En algunas realizaciones, cuando una frecuencia (o banda de frecuencias) se irradia a una eficiencia máxima desde una pluralidad de regiones entre dos puntos (por ejemplo, P_1 y P_2) a lo largo de la sección transversal, el perímetro efectivo puede consistir en toda la superficie de la antena entre los perímetros

efectivos de los dos puntos (en este ejemplo, entre 910 y 920).

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, la antena es una antena espiral plana. Por ejemplo, a continuación, se hace referencia a las figuras 2A-2B, que son ilustraciones esquemáticas lateral y superior de una sonda EM 300 ejemplar que tiene una antena espiral redondeada que tiene un conductor 302, 305 montado para que un lado de esta (por ejemplo, el frontal) se oriente hacia una capa de absorción de radiación EM 306, 301.

La sonda espiral EM 300 comprende un conductor 302, 305 conformado, por ejemplo, como un único brazo de espiral o una pluralidad de brazos de espiral, que tienen una fuente común que funciona como punto de alimentación 303. La sonda espiral EM 300 puede ser una antena espiral de Arquímedes, o una antena espiral equiangular con cualquier forma, incluyendo, por ejemplo, una antena espiral cuadrada, una antena espiral circular y una antena espiral ovalada. El conductor de antena espiral 302, 305 puede ser plana o estar conformada para formar una estructura tridimensional, por ejemplo, una antena espiral cónica o antenas de cuernos con espirales que se ahúsan en sus paredes, y/o elementos similares. Opcionalmente, el conductor de antena espiral 302, 305 está impreso sobre un medio dieléctrico (mostrado en la figura 2A como capa de material dieléctrico 304), opcionalmente con una permitividad y dimensiones específicas. Puede considerarse que una antena comprenda ambos, el conductor 302, 305 y el material dieléctrico 304. Por ejemplo, el medio dieléctrico está hecho con Rogers R3010™.

En una antena espiral, por ejemplo, como se representa en la figura 2B, el radio interno (r_1) se mide desde el centro de la espiral hasta el centro del primer giro, mientras que el radio externo (r_2) se mide desde el centro de la espiral hasta el centro del giro más externo. En dichas antenas, $f_{baja} = c / (2\pi r_2 \sqrt{|\epsilon'' \mu''|})$ puede indicar una aproximación de las frecuencias de operación más bajas de la antena espiral, y $f_{alta} = c / (2\pi r_1 \sqrt{|\epsilon' \mu'|})$ puede indicar una aproximación de las frecuencias de operación más altas, donde c indica velocidad de la luz, y ϵ' , μ' indican la constante de permeabilidad y permitividad dieléctrica compleja efectivas, respectivamente, cerca del radio interno de la antena espiral, y ϵ'' , μ'' indican la constante de permeabilidad y permitividad dieléctrica compleja efectivas, respectivamente, cerca del radio externo de la antena espiral. En un sistema de coordenadas $r\theta$, la espiral crece a lo largo del eje- r y del eje- θ simultáneamente.

La figura 2C representa una antena espiral 100 ejemplar sin una capa de absorción de radiación. En la figura 2C, se representa una antena espiral 100 de dos brazos. Un punto de alimentación 101 de la antena 100 está en el centro geométrico de la estructura, donde la energía EM se propaga a lo largo de los brazos conductivos 102, 103. Los radios característicos 104 y 105 están indicados con r_1 y r_2 , respectivamente, y determinan las frecuencias características más alta y más baja de la antena.

Las bobinas conductoras con forma de espiral pueden colocarse sobre superficies no planas (dentro o fuera), por ejemplo, sobre una estructura tridimensional (3D) que presenta cualquiera de varias formas y dimensiones, por ejemplo, un cono y una pirámide, por ejemplo, una bobina conductora con forma de espiral tiene un modelo de antena espiral 3102 de tronco cónico de ETS LINDGREN™.

Opcionalmente, la capa de absorción de radiación 306, 301 (figura 2A y figura 2B) está colocada, por ejemplo, laminada, revestida y/o de otra forma unida a la antena espiral 302, 305. En dichas realizaciones, la permitividad y la permeabilidad de las diferentes regiones de la capa de absorción de radiación 306, 301 afectan a la manera en que la energía EM se propaga por la antena, por ejemplo, en la trayectoria en espiral a lo largo de las líneas de transmisión conductoras de la antena espiral 302, 305. En algunas realizaciones, el nivel de absorción de la energía EM aumenta con la distancia recorrida a lo largo de la capa de absorción 306, 301. Como se ha descrito en el ejemplo anterior, la capa de absorción 306, 301 está diseñada para que las bobinas periféricas externas de la espiral tengan un efecto de atenuación mayor gracias al material absorbente. Esto puede conseguirse, por ejemplo, aumentando la cantidad total de la capa de absorción de radiación EM a lo largo de una trayectoria determinada.

En algunas realizaciones, esto se consigue, al menos, aumentando el porcentaje de cobertura a medida que aumenta la distancia de recorrido. En algunas realizaciones, este efecto se mide a lo largo de una trayectoria de propagación de la energía, sobre una parte conductiva de la antena (por ejemplo, a lo largo de un brazo de espiral de la antena espiral). En algunas realizaciones, esto se consigue con una cantidad mayor de material de absorción de radiación EM colocada sobre un perímetro efectivo, relacionado con un primer punto sobre una sección transversal de la antena, que la colocada en un perímetro efectivo relacionado con un segundo punto sobre la sección transversal, donde el segundo punto está más cerca del eje de puntería de la antena que el primer punto.

En algunas realizaciones, la capa de material de absorción está configurada (por ejemplo, dimensionado y/o conformada y/o distribuida a lo largo de la antena) mientras se tienen en cuenta otras propiedades de la antena espiral que afectan a la propagación de la energía EM en la antena. Entre los ejemplos de dichas propiedades se incluyen rasgos de diseño y arquitectura de la antena (por ejemplo, anchura y/o densidad del/los elemento(s) conductivo(s) de la antena, que pueden cambiar como una función de una distancia desde el centro geométrico y/o del punto de alimentación, por ejemplo, la distancia entre cualquiera de los dos brazos adyacentes de la antena espiral).

Ya que, en algunas realizaciones, el material es agnóstico a la dirección de propagación de la radiación EM en las líneas de transmisión, este absorbe esta radiación en su camino hacia el extremo de la trayectoria de propagación a

lo largo de la antena, y en su camino de vuelta una vez se ha reflejado desde el extremo. La energía reflejada desde el extremo de la antena puede añadir radiación que interfiera y destruya la radiación emitida, dando como resultando en un funcionamiento de espectro y polarización poco fluido. La reducción de la potencia energética reflejada a frecuencias más bajas puede mover la frecuencia de corte baja hasta frecuencias más bajas debido a un menor efecto de la interferencia destructiva. La reducción de la potencia energética reflejada en todas las frecuencias puede suavizar la respuesta de la frecuencia, de lo contrario, presentará mellas y ondulaciones debido a los efectos de interferencia provocados por la energía reflejada (por ejemplo, frecuencias destructivas y constructivas alternas).

Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM está colocada de forma que, en la una o más regiones con forma de estructura concéntrica más internas, se absorbe una pequeña parte de la energía EM, siendo dicha parte de la radiación significativamente menor que la parte de la superficie de conducción de la antena que está relacionada con estas una o más regiones con forma de estructura concéntrica más internas. Opcionalmente, dicha una o más regiones con forma de estructura concéntrica más internas no están relacionadas con ningún material de absorción de radiación EM y/o no están relacionadas con parte de la capa de absorción de EM. Por ejemplo, a lo largo de la línea r_2 que se extiende desde el centro de la alimentación 101 de la antena espiral 92 de la figura 2C (o el eje de puntería o el centro geométrico de la antena) y hacia el borde externo de los brazos de espiral, las regiones con forma de estructura concéntrica más internas pueden relacionarse con el 30 % interior o más del radio (o incluso el 50 % o más, o el 70 % o más) (tal y como se mide desde el punto 101 hacia fuera). Opcionalmente, las regiones más internas con forma de estructura concéntrica pueden relacionarse con el 10 % interior o más de la superficie del conductor de antena, o con el 25 % más interno o más del conductor, o incluso con el 50 % más interno o más del conductor). Dichas regiones más internas con forma de estructura concéntrica pueden configurarse para absorber solo el 5 % o menos de la cantidad total de radiación EM absorbida por la capa de absorción de radiación EM, o el 10 % o menos de la radiación EM, o el 25 % o menos de la radiación EM, como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1

Área de la forma interna (% del área de la antena)	Cantidad absorbida (% total de absorbancia)
10 o más	5 % o menos
25 o más	10 % o menos o 5 % o menos
50 o más	25 % o menos o 10 % o menos o 5 % o menos

Opcionalmente, esto se mide, al menos o solo para las frecuencias de energía EM que se irradian más eficientemente desde las regiones con forma de estructura concéntrica más externas de la antena, que abarcan, por ejemplo, el 40 % más externo o menos del radio, o incluso el 20 % o menos, o el 10 % o menos del radio. Opcionalmente, esto se mide, al menos o solo para las frecuencias de radiación EM que se irradian más eficientemente desde las regiones con forma de estructura concéntrica más externas de la antena, que abarcan, por ejemplo, el 64 % más externo o menos del área de superficie, o incluso el 36 % o menos, o el 20 % o menos del área de superficie del conductor de antena que está relacionado con las regiones con forma de estructura concéntrica. Opcionalmente, las regiones con forma de estructura concéntrica más internas que están relacionadas con el 50 % interior o más de la superficie del conductor de antena, o con el 25 % más interno o más del conductor, o incluso con el 10 % más interno o más del conductor, no presentan material de radiación EM asociado.

Opcionalmente, cada una de las regiones con forma de estructura concéntrica distintas de las regiones con forma de estructura concéntricas más internas tienen un coeficiente de absorción de radiación, mayor o igual, que el de una de las regiones con forma de estructura concéntrica que encuadra, mientras que cada una de las regiones con forma de estructura concéntrica más internas tiene un coeficiente de absorción de radiación igual que el de una de las regiones con forma de estructura concéntrica que encuadra.

Con referencia a las figuras 1A-1F, la capa de absorción de radiación EM 92 se cubre, por ejemplo, reviste, lamina, pega y/o une al conductor de antena 91, donde el efecto respectivo del material de absorción de EM en el volumen de las diferentes regiones 93 presenta un perfil variable (opcionalmente, aumenta) a lo largo de toda la trayectoria 96 (o a lo largo de un perímetro efectivo de determinados puntos a lo largo de la trayectoria 96), a medida que aumenta la distancia desde el centro geométrico de la antena.

Adicionalmente o como alternativa, el grosor de la capa de absorción de radiación EM 92 a lo largo de la trayectoria 96 puede tener un perfil variable (por ejemplo, aumentar) como una función de la distancia desde el punto de alimentación 303 de una antena (o de una parte de esta), por ejemplo, como se representa en las figuras 2A y 2B a lo largo de la línea R_b . La capa de absorción de radiación EM 301 está estratificada por encima de la capa que comprende los brazos de espiral 302 conductores que, a su vez, está estratificada por encima de una capa de material dieléctrico 304. Las áreas que tienen una distancia de R_a , o menos, desde el punto de alimentación 303, tal como el punto 305, no están cubiertas (o no están cubiertas con material sin un efecto de absorción significativo), y las áreas que tienen una distancia de R_b y más, tal como el punto 306, están cubiertas por la capa que tiene el grosor máximo.

El aumento del grosor puede conseguirse, por ejemplo, estratificando anillos que tengan un diámetro creciente recortado, creando una sección transversal en forma de escalón (por ejemplo, figura 1E), y/o habiendo formado el

material de absorción EM como una única capa que aumenta de grosor, a medida que aumenta la distancia desde el punto de alimentación, y/o disponiendo de una concentración variable de material de absorción (por ejemplo, figuras 1C y 1D).

- 5 Opcionalmente, se crean discontinuidades en la capa de absorción de radiación EM 301 por esta estructura en las dimensiones establecidas relativas a las longitudes de onda de la radiación EM, por ejemplo, de forma similar a lo descrito más adelante. Las discontinuidades pueden ser menores que la longitud de onda habitual que se propaga a través de ellas (por ejemplo, los patrones de las capas de absorción de radiación EM mostrada en la capa 2020 de la figura 3A o en las figuras 3C y 7A). Por ejemplo, las dimensiones de las discontinuidades son menores que un cuarto de la longitud de onda y/o una pendiente que aumenta de grosor, por ejemplo, a una velocidad de un cuarto de una longitud de onda o menor para cada unidad de longitud igual a la longitud de onda (en la dirección de propagación). Adicionalmente o como alternativa, con referencia a las figuras 1A, 1C y 1D, la capa de absorción de radiación EM 92 comprende una concentración de material de absorción que se determina como función de la distancia desde el punto de alimentación, el eje de puntería o el centro geométrico de una antena. El aumento de la concentración del material de absorción puede conseguirse mediante la clasificación de la concentración del material.

Adicionalmente o como alternativa, la capa de absorción de radiación EM 92 comprende un material compuesto donde la parte de material de absorción del material compuesto aumenta gradualmente a lo largo de la trayectoria 96. Por ejemplo, una puede integrar un compuesto ferromagnético con una concentración controlada y variable dentro de un vehículo (por ejemplo, un caucho o cualquier polímero). Opcionalmente, en el material compuesto se integra un material dieléctrico, utilizado en la fabricación de la antena 90, y el material de absorción de radiación EM. En dichas realizaciones, el material de absorción de radiación EM puede añadirse al material dieléctrico durante las primeras fases de fabricación. En una antena espiral, el material compuesto y/o el material de absorción de radiación EM está colocado a lo largo de la antena (por ejemplo, a lo largo de una trayectoria de propagación de la energía y/o un brazo de espiral y/o a lo largo de la trayectoria 96) con una cobertura creciente. Esto puede conseguirse mediante diferentes patrones de la capa de material de absorción (que comprende el material compuesto), por ejemplo, tal como se describe más adelante.

Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM 92 tiene huecos en los que no hay presente material de absorción. Opcionalmente, el patrón está diseñado para que haya formadas discontinuidades a lo largo de una trayectoria, en las dimensiones establecidas con respecto a las longitudes de onda de la radiación EM. Por ejemplo, las discontinuidades son menores que un cuarto de una longitud de onda, que está diseñada para propagarse entre medias, de manera que tengan poco o ningún efecto en la onda de propagación. Opcionalmente, los efectos reducidos son de reflejos de menor potencia con respecto a la potencia de la señal de propagación principal en al menos un factor de 2. Las discontinuidades aumentan opcionalmente de tamaño a lo largo de la trayectoria de propagación 96.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, la capa de absorción de radiación EM 92 tiene una forma para que haya presente menos material de absorción de radiación EM en las regiones que están más cerca del punto de alimentación. Por ejemplo, la capa de absorción de radiación EM 92 tiene un patrón en el que las púas se orientan hacia una abertura, en frente del punto de alimentación del conductor de antena 91. Por ejemplo, la figura 3A representa esquemáticamente una sonda EM 200 que tiene una capa de absorción de radiación EM 202 con un recorte con forma de estrella, fabricado en frente de los brazos 201 de una antena espiral. El recorte con forma de estrella puede comprender material que tenga menos propiedades de absorción de radiación que la parte externa de la capa (por ejemplo, una concentración reducida del material de absorción), o puede dejarse vacío. La energía EM que avanza desde el punto marcado X hasta el punto marcado Y en una trayectoria de propagación en espiral de los brazos de espiral se encuentra con secciones no contiguas de la capa de absorción de radiación EM 202, de modo que el área a través de la que pasa la trayectoria en espiral está cubierta con una cantidad en aumento de material de absorción. Las áreas que tienen una distancia de R_a o menos desde el punto de alimentación 203, por ejemplo, el punto X, no están cubiertas. Las áreas que tienen una distancia de al menos R_b , por ejemplo, el punto Y, están completamente cubiertas. Puede conseguirse un efecto similar utilizando una pluralidad de diferentes parches, en vez de una capa continua, tal como se ejemplifica en la figura 3C. El ahusamiento gradual del diseño de la capa de absorción de radiación EM 92 puede configurarse para evitar o reducir el reflejo y/o el zumbido que puede producirse a partir de la respuesta de la energía EM a los cambios bruscos en la impedancia. La impedancia percibida a lo largo de una trayectoria de propagación de la energía (por ejemplo, a lo largo de la trayectoria 96 de la figura 1 y/o a lo largo del brazo de espiral de la antena espiral) depende de la frecuencia (o longitud de onda) de la energía, y se calcula su promedio de acuerdo con los medios hallados. Así, los pequeños huecos (con respecto a la longitud de onda; por ejemplo, $0,25 \lambda$ o menos) a lo largo de la trayectoria de propagación no provocan el reflejo y/o zumbido y, por tanto, hacen que el espectro sea más fluido.

La forma de la capa de absorción de radiación EM 92, específicamente, la densidad inferior del material de absorción en áreas más cercanas al punto de alimentación o eje de puntería del conductor de antena 91 permite una atenuación relativamente baja de la energía que tiene frecuencias más altas. Por ejemplo, la energía que se irradia efectivamente desde dentro del área definida por una circunferencia circular que tiene un radio R_a y un centro en el eje de puntería o punto de alimentación de la antena tiene frecuencias $f > c / (2\pi R_a \sqrt{\epsilon \mu})$, donde c indica una constante de velocidad de la luz, ϵ y μ indican constantes efectivas de dielectricidad compleja y permeabilidad, respectivamente. En este ejemplo, R_a también indica un radio del círculo más pequeño en torno al punto de alimentación o eje de puntería del

conductor de antena 91, que tiene algunas partes cubiertas por material de absorción. En algunas realizaciones, la forma de la capa de absorción de radiación EM 92 (y/o su material) puede seleccionarse para que la atenuación de las frecuencias anteriormente mencionadas f no sea mayor de 5 decibelios (dB) o no de más de 7 dB, en relación con una sonda EM con un conductor de antena 91 similar sin la capa de absorción de radiación EM 92. Esto puede permitir una ampliación del ancho de banda efectivo de la antena mediante la reducción de la baja frecuencia de corte, al mismo tiempo que se mantiene un efecto mínimo en la parte alta de la banda habitual de la antena. Esto puede ser significativo, por ejemplo, al considerar las aplicaciones donde se necesita la penetración a través de un material de gran pérdida y donde, normalmente, la frecuencia más alta experimenta una pérdida más alta.

Opcionalmente, en la antena espiral (por ejemplo, antena espiral redondeada), el área de cobertura de la capa de absorción de radiación EM 92 se extiende en la dirección radial y forma un patrón cíclico a lo largo del eje radial. Por ejemplo, un patrón que tiene 4 o 6 u 8 o 12 áreas triangulares, o más, crea un ciclo que es un cuarto de la longitud de onda, o menos, para todas las frecuencias irradiadas desde la antena (esto se debe al hecho de que la antena espiral tiene una propiedad de irradiación de una longitud de onda determinada desde el área circular centrada alrededor del punto de alimentación de la antena, y que tiene la circunferencia que es equivalente a dicha longitud de onda).

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, la antena espiral es una parte de una antena más grande. Por ejemplo, como se muestra en la figura 3A, una antena espiral puede ser una parte de una antena que rodee una parte interna (aquí se muestra como forma de anillo opcional 204, y la parte de la antena que está albergada en el anillo 204). La forma de anillo 204, en algunas realizaciones, puede comprender material de absorción de radiación EM. En algunas realizaciones, la antena puede ser una parte interna de una antena más grande. Por ejemplo, los brazos 201 pueden sobrepasar el área que está cubierta por la capa de absorción de radiación EM 202 (no mostrada). En dichos casos, la antena puede estar limitada hasta una parte que está dentro de la circunferencia de la capa de absorción de radiación EM 202.

Adicionalmente o como alternativa, como se representa en la figura 3B, la capa de absorción de radiación EM comprende una pluralidad de tramos 401 de la capa con forma de estructura concéntrica, opcionalmente anulares, que aumentan de ancho como función de una distancia desde el centro, por ejemplo, desde un punto de alimentación. Los tramos 401 de la capa con forma de estructura concéntrica están representados en la figura 3B, y puede utilizarse cualquier otro patrón que tenga la propiedad de que la densidad del material crezca a medida que aumente la distancia desde el punto de alimentación de la antena. Las dimensiones características que describen las continuidades del patrón deberían ser mucho más pequeñas que las longitudes de onda de la radiación enviada desde las dimensiones de las áreas cubiertas de las discontinuidades, a una distancia de R desde el punto de alimentación y/o a lo largo de una trayectoria de propagación de energía a lo largo de un brazo de la antena, que debería ser significativamente menor que $2\pi R$ (donde π es el radio de la circunferencia y el diámetro de un círculo) hasta el punto de que no provoquen reflejos y/o zumbido significativos a lo largo de una trayectoria de propagación de la energía EM, al menos, no en las frecuencias deseadas (frecuencias o banda de frecuencias utilizada) (por ejemplo, reflejos menores en al menos un factor de 5 o más en amplitud, con respecto a la amplitud de la señal de propagación principal).

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, la antena espiral está conformada para que el lado frontal de esta no sea plano, por ejemplo, una antena espiral que tenga una estructura tridimensional (3D), opcionalmente cónica. En dichas realizaciones, la capa de absorción de radiación EM puede recubrir la superficie del lado frontal de una manera que garantice que la región con forma de estructura concéntrica de la capa de absorción de radiación EM esté ordenada, para que así una región con forma de estructura concéntrica tenga un coeficiente de absorción de radiación igual o mayor que una región con forma de estructura concéntrica a la que rodee. Opcionalmente, la densidad del material de absorción de radiación EM en la capa de absorción de radiación EM aumenta distribuyendo pequeñas cantidades de material por la superficie, aumentando la proximidad entre ellas (por ejemplo, una configuración dentada) y/o utilizando un material compuesto en el que aumenta la concentración del material de absorción.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, un número de sondas EM como las definidas anteriormente, por ejemplo, las sondas EM con antenas espiral planas, como las ilustradas en la figura 4, conforman una configuración en serie. La serie puede fabricarse, por ejemplo, utilizando una capa de absorción de irradiación EM 802 que tenga una única capa de material de absorción con un patrón (o patrón de composición) que mantenga, por cada sonda EM, una pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica en las que, al menos, una región con forma de estructura concéntrica tenga un coeficiente de absorción de radiación mayor que una región con forma de estructura concéntrica de las que alberga. Por ejemplo, en cada antena espiral puede formarse un recorte con forma de estrella 802 en la capa de absorción de radiación, cuyo recorte puede comprender material que tenga menos absorción de radiación que la parte externa de la capa, o puede dejarse vacío. Opcionalmente, cada una de la pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica tiene un coeficiente de absorción de radiación igual o mayor que una región con forma de estructura concéntrica de las que alberga.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, la antena espiral está colocada en una estructura aislante con forma de copa, por ejemplo, tal y como se describe en la solicitud de patente internacional n.º PCT/IL2011/050003, presentada el 3 de noviembre de 2011 y publicada como WO/2012/059929, que se incorpora en el presente documento por referencia. Dicha antena puede utilizarse, por ejemplo, en aplicaciones biológicas donde

la antena se utilice para asociar la energía EM de forma efectiva a un cuerpo humano o animal, o en otras aplicaciones donde la energía debe asociarse en un medio con propiedades dieléctricas, por ejemplo, un medio con una constante dieléctrica de aproximadamente 10. Pueden utilizarse otras estructuras, por ejemplo, estructuras de configuraciones planas descritas en las realizaciones de más abajo.

5 Por ejemplo, la figura 5 es una ilustración esquemática lateral de una antena plana 210, por ejemplo, una antena
 10 espiral de 2 o 4 brazos, cubierta con una capa de absorción de radiación EM 211, por ejemplo, como se representa
 en las figuras 3A-3C anteriores, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. Una capa de
 superestrato 212 de material dieléctrico, por ejemplo, Roger RO3010 o TMM Duroid de 10 mm, está colocada en frente
 15 de la capa de absorción de radiación EM 211 y, opcionalmente, en la abertura de alimentación que está formada en
 su centro. Otra capa de superestrato 213, con un material dieléctrico similar o distinto, puede montarse en la parte
 trasera de la antena 210. La antena 210, el material dieléctrico 211, 213 y la capa de absorción de radiación EM 211
 están contenidas en una cavidad de conducción con forma de copa 214, que opcionalmente tiene un reborde alrededor
 20 de su abertura, que opcionalmente está cubierta parcialmente de una capa de absorción de radiación EM 215. La capa
 de absorción de radiación EM 215 cubre la parte inferior de la cavidad de conducción con forma de copa 214, la parte
 exterior y/o las paredes internas de la cavidad 214 para reducir las corrientes en la cavidad que refleja de nuevo el
 campo EM hacia la abertura de la cavidad, cancelando el campo deseado, véase la solicitud internacional
 n.º PCT/IL2011/050003, y publicada como WO2012/059929, que se incorpora en el presente documento por
 25 referencia. La capa de absorción de radiación EM 215 del reborde puede reducir o eliminar los campos y/o las
 corrientes EM conducidos por el lado interno de la cavidad, que pueden irradiarse hacia el exterior, así como para
 mejorar el aislamiento de la cavidad interna reduciendo o eliminando los campos y/o corrientes EM inducidos desde
 el exterior de la cavidad. Opcionalmente, la capa de absorción de radiación EM 215 también puede desplegarse sobre
 el exterior de la cavidad (no mostrada) para reducir las corrientes conducidas sobre el lado exterior de la cavidad, que
 reducen el aislamiento entre el interior de la cavidad y el exterior de la cavidad.

25 Dicho aislamiento reducido puede aumentar cuando un cable 217, que está conectado a la antena, transporta las
 corrientes inducidas que sirven como elemento de irradiación y/o que conducen radiación entre antenas de transmisión
 y recepción en varias configuraciones de antena. La figura 5 también describe un elemento de alimentación de la
 antena 218 y un balun opcional 219 y/u otra circuitería, si es necesario, para convertir la señal desde el cable 217
 30 hasta el elemento de alimentación 218.

Opcionalmente, cualquiera de las sondas EM anteriormente descritas se utiliza en aplicaciones donde la sonda EM
 está casi contactando con un medio objetivo de una dielectricidad determinada, por ejemplo, un cuerpo humano o
 animal en aplicaciones de detección biológica (ya sea de forma directa o a través de una fina capa, por ejemplo, tejido).
 35 Para estos usos puede añadirse una capa adicional de material dieléctrico de superestrato, tal como la 212 de la figura
 5. Esto puede permitir una mejor disociación de la antena y su entorno aumentando el hueco entre el elemento de
 irradiación de la antena y el material objetivo.

40 La cavidad 214 puede afectar a la transmisión de la energía EM del elemento de antena debido, por ejemplo, a la
 energía que se refleja de nuevo desde la cavidad hasta la sonda EM y/o a los efectos capacitivos de la cavidad,
 especialmente donde la cavidad tenga un perfil bajo y esté relativamente cerca de la antena. Esto podría introducir la
 dispersión y la onda de radiación EM destructiva/constructiva del elemento global. En algunos usos, también pueden
 producirse reflejos desde el medio para el que está pensada la transmisión (por ejemplo, un cuerpo humano o animal),
 45 causando potencialmente la dispersión y la onda de radiación EM destructiva/constructiva del elemento global. Los
 absorbentes que cubren la cavidad desde dentro (por ejemplo, la capa de absorción 215) y/o los absorbentes de las
 partes conductoras del elemento de antena (210) pueden reducir dicho efecto, por ejemplo, reduciendo el zumbido
 entre, por ejemplo, los brazos de espiral y los brazos de cavidad y/o espiral y el medio para el que está pensada la
 transmisión, y mejorar la horizontalidad y polarización de la energía EM que se transmite en la dirección deseada.

50 En realizaciones donde se utiliza la capa de absorción de radiación EM, la unión y/o colocación de la sonda EM con
 la capa de absorción de radiación EM cerca de un medio dieléctrico, como la piel de un cuerpo humano o animal,
 puede enfrentarse a los efectos anteriormente descritos. Por ejemplo, las propiedades de la piel son tales que, al poner
 la antena en contacto próximo con esta, pueden crear efectos de absorción. Así, colocando una antena con una capa
 de absorción de radiación EM en contacto próximo con la piel, tal como, por ejemplo, la descrita en la figura 3A, puede
 55 cambiar el funcionamiento de la antena debido al efecto de absorción que puede crearse en un área no cubierta (o
 área que no está cubierta con la capa de absorción de radiación EM) de la antena, por ejemplo, en un área que tiene
 un radio de R_a o menos. Este efecto de absorción puede, a su vez, provocar una disminución de la efectividad de la
 antena en la banda de frecuencia más alta, reduciendo la banda efectiva que puede utilizar la antena. Además, ya que
 las propiedades de la piel no son constantes y pueden producirse varios cambios fisiológicos (por ejemplo, sudoración),
 60 y ya que la asociación mecánica de la sonda EM a la piel también puede cambiar, debido, por ejemplo, a los
 movimientos, el funcionamiento de la sonda EM puede verse afectado de manera constante, lo que puede ser menos
 deseable.

65 Ejemplos

A continuación, se hace referencia a los siguientes ejemplos, que junto con las descripciones anteriores; ilustran

algunas realizaciones de la invención de una manera no limitativa.

A continuación, haciendo referencia a la figura 6, que es un gráfico que representa la respuesta de amplitud de un sistema que comprende dos sondas EM de espiral, teniendo, cada una, una antena espiral en donde una de las sondas EM se comunica con la otra, a través de un tórax humano, desde la espalda hasta el pecho, o desde el pecho hasta la espalda. La línea discontinua 700 representa las mediciones tomadas en un sistema donde las sondas EM no comprenden una capa de absorción de radiación EM (véase, por ejemplo, la antena de la figura 2C) y la línea continua 701 representa un sistema donde las sondas EM son como las representadas y descritas en relación con la figura 3A (sin la forma de anillo 204 opcional). El eje Y indica la amplitud, y el eje X indica un intervalo lineal de frecuencias. Ambos ejes son relativos, pues el funcionamiento de la amplitud depende del medio a través del que se propaga la energía EM, y el diseño puede implementarse en diversas escalas de dimensión física y, así, la respuesta de la frecuencia depende de la escala.

Como se representa con la línea discontinua 700, las antenas sin una capa de absorción de radiación EM tienen una frecuencia de corte en aproximadamente un punto 704, ya que la amplitud disminuye significativamente desde ese punto y hacia frecuencias más bajas. Como se representa con la línea continua 701, las sondas EM con la capa de absorción de radiación EM presentan una frecuencia de corte 705 menor con respecto a las sondas EM sin la capa de absorción de radiación EM (línea discontinua 700). En particular, la frecuencia de corte presentada con la línea continua es de alrededor un 20 % menos que la frecuencia de corte presentada con la línea discontinua, haciendo que las antenas con la capa de absorción de radiación EM puedan utilizarse más que las antenas sin capa de absorción de radiación EM, también para las frecuencias correspondientes a la región entre los puntos 701 y 705.

Como se representa en la figura 6, cuando las sondas EM incluyen una capa de absorción de radiación EM (línea continua 701), la tendencia del cambio de amplitud en respuesta al cambio de frecuencia es relativamente lineal o fluida en relación con la tendencia respectiva cuando las sondas EM no incluyen la capa de absorción de radiación EM (línea discontinua 700). La tendencia lineal se presenta con una línea más fluida que tiene menos mellas y ondulaciones (702 y 703). En algunas realizaciones, parte de la energía EM, por ejemplo, el contenido de frecuencia menor, se propaga sobre la antena espiral desde la entrada desde el punto de alimentación, no se irradia y alcanza el extremo de la trayectoria de propagación a lo largo de la antena. En una discontinuidad presente en el extremo de la trayectoria de propagación, se crea un reflejo que produce una amplitud espectral no monótona y una respuesta de fase (es decir, mellas) debido a la interferencia de construcción y destrucción entre las ondas de avance y reflejadas. Observando la figura 6, pueden verse las diversas mellas de la línea discontinua, por ejemplo, como 702, 703, mientras que la línea continua presenta una amplitud más monótona y lineal frente al funcionamiento de la frecuencia.

En algunas realizaciones, cuando se utiliza una antena de polarización circular, por ejemplo, como se representa en las figuras 3A-3C, el reflejo creado en el extremo de la trayectoria de propagación puede provocar que la polarización de la radiación se vuelva más elíptica o lineal, en vez de circular, en partes de la banda de frecuencia. Una sonda EM con una capa de absorción de radiación EM, que reduce la interferencia relacionada con el reflejo anteriormente mencionada, puede mantener la polarización circular, de modo que los componentes horizontales y verticales de la radiación EM no son de más de 5 dB distintos en ninguna frecuencia determinada.

Se espera que, durante la vida de una patente que se desarrolla a partir de esta solicitud, se crearán muchos sistemas y métodos relevantes y el alcance de las expresiones "antena espiral", "material de absorción de radiación EM" y "unidad de unión" están pensados para incluir todas estas nuevas tecnologías *a priori*.

Tal como se usa en el presente documento, la expresión "aproximadamente" se refiere a $\pm 10\%$.

Las expresiones "comprende", "que comprende", "incluye", "que incluye", "que tiene" y sus conjugados significan "que incluye, aunque no se limita a". Esta expresión abarca las expresiones "que consiste en" y "que consiste esencialmente en".

La expresión "consiste esencialmente en" significa que la composición o método puede incluir ingredientes y/o etapas adicionales, pero solo si los elementos y/o etapas adicionales no alteran materialmente las características básicas y novedosas de la composición o método reivindicados.

Tal y como se usa en el presente documento, la forma singular "un", "uno" y "el/la" incluyen referencias plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Por ejemplo, la expresión "un compuesto" o "al menos un compuesto" puede incluir una pluralidad de compuestos, incluyendo mezclas de los mismos.

La palabra "ejemplar" se utiliza en el presente documento para querer decir "que sirve como un ejemplo, instancia o ilustración". Cualquier realización descrita como "ejemplar" no tiene que interpretarse necesariamente como preferida o ventajosa frente a las otras realizaciones y/o excluir la incorporación de características de otras realizaciones.

La palabra "opcionalmente" se utiliza en el presente documento para querer decir "se proporciona en algunas realizaciones y no se proporciona en otras realizaciones". Cualquier realización particular de la invención puede incluir una pluralidad de características "opcionales" a no ser que dichas características sean opuestas.

- A lo largo de la presente solicitud, se pueden presentar diversas realizaciones de esta invención en un formato de intervalo. Debe entenderse que la descripción en formato de intervalo es meramente por conveniencia y brevedad y no debe interpretarse como una limitación inflexible del alcance de la invención. En consecuencia, debe considerarse que la descripción de un intervalo divulga específicamente todos los posibles intervalos secundarios, así como los valores numéricos individuales dentro de dicho intervalo. Por ejemplo, se debe considerar que la descripción de un intervalo, tal como del 1 al 6, presenta intervalos secundarios específicamente divulgados, tales como del 1 al 3, del 1 al 4, del 1 al 5, del 2 al 4, del 2 al 6, del 3 al 6, etc., así como los números individuales dentro de ese intervalo, por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Esto se aplica independientemente de la amplitud del intervalo.
- 5
- 10 Siempre que se indique en el presente documento un intervalo numérico, se pretende que incluya cualquier número citado (fraccionario o entero) dentro del intervalo indicado. Las frases "que oscila/oscila entre" un primer número indicado y un segundo número indicado, y "que oscila/oscila desde" un primer número indicado "hasta" un segundo número indicado se usan indistintamente en el presente documento y pretenden incluir el primer y segundo números indicados y todos los números fraccionarios y enteros entre ellos.
- 15
- 20 Se aprecia que ciertas características de la invención, que por claridad, se describen en el contexto de realizaciones separadas, también pueden proporcionarse combinadas en una única realización. Por el contrario, diversas características de la invención, que por brevedad, se describen en el contexto de una única realización, también pueden proporcionarse por separado o en cualquier subcombinación adecuada o como es adecuado en cualquier otra realización descrita de la invención. Ciertas características descritas en el contexto de diversas realizaciones no deben considerarse características esenciales de esas realizaciones, a menos que la realización sea inoperante sin esos elementos.
- 25 A pesar de que la invención se ha descrito junto con sus realizaciones específicas, es evidente que los expertos en la materia conocerán muchas alternativas, modificaciones y variaciones. En consecuencia, se pretende acoger todas esas alternativas, modificaciones y variaciones que se encuentran dentro del amplio alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una sonda electromagnética (EM) (90) para monitorizar, al menos, un tejido biológico, que comprende:

- 5 un conductor de antena espiral (91) que tiene, al menos, un brazo de espiral (102, 103) con una trayectoria en espiral que sale desde un punto de alimentación (203) y que comprende una trayectoria de propagación de energía (96) que se extiende desde el punto de alimentación (204) hasta el giro más externo del conductor de antena espiral (91); y
 10 una capa de absorción de radiación EM (92) montada en paralelo en una superficie delantera o trasera de la antena;
 en donde la capa de absorción de radiación EM tiene una pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica (93) que se corresponden con las partes de dicho conductor de antena espiral que tienen la misma superficie de conductor de antena, cualquiera de dicha pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica (93) tiene un coeficiente de absorción de radiación EM mayor que las regiones con forma de estructura concéntrica
 15 que alberga;

caracterizada por:

comprender la capa de absorción de radiación EM (92) unos huecos a lo largo de la trayectoria de propagación de energía entre dicha pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica (93), en donde los huecos tienen un
 20 tamaño más pequeño que un cuarto de una longitud de onda de la energía que se propaga a través del conductor de antena (91), en donde la longitud de onda se encuentra en el intervalo de 100 megahercios (MHz) a 5 gigahercios (GHz).

2. La sonda EM de la reivindicación 1, en donde el conductor de antena espiral es una antena de banda ancha.

25 3. La sonda EM de la reivindicación 1 o 2, en donde el coeficiente de absorción de radiación EM de una región determinada con forma de estructura es una función de la suma integral de la cantidad de capa de absorción de radiación EM a lo largo de los perímetros efectivos relacionados con dicha región con forma de estructura.

30 4. La sonda EM de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la capa de absorción de radiación EM está montada en un plano común con un elemento conductivo de la antena.

35 5. La sonda EM de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la capa de absorción de radiación EM está instalada para eliminar las corrientes EM.

6. La sonda EM de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde dicha pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica encuadra una forma que no tiene esencialmente una capa de absorción de radiación EM.

40 7. La sonda EM de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde dicha capa de absorción de radiación EM tiene al menos una de:

- 45 una proporción entre una permeabilidad magnética real y una permeabilidad magnética imaginaria de al menos 0,01 para al menos algunas de las frecuencias que están dentro de un intervalo de 100 megahercios (MHz) y 5 gigahercios (GHz); y
 una proporción entre una permeabilidad eléctrica imaginaria y una permeabilidad eléctrica real de al menos 0,01 para al menos algunas de las frecuencias que están dentro de un intervalo de 100 megahercios (MHz) y 5 gigahercios (GHz).

50 8. La sonda EM de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde dicha capa de absorción de radiación EM alberga una alimentación de dicha antena EM y tiene, al menos, un borde dentado que tiene una punta que apunta hacia dicha alimentación.

55 9. La sonda EM de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde la capa de absorción EM tiene un conjunto recortado con forma de estrella, de modo que un centro geométrico de este coincide con un eje de puntería de dicho conductor de antena espiral.

60 10. La sonda EM de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde la capa de absorción de radiación EM se selecciona a partir de:

- una capa de absorción EM configurada para que las regiones con forma de estructura concéntrica más internas, que están asociadas con el 10 % más interno o más de la superficie del conductor de antena, absorban solo un 5 % o menos de la cantidad total de radiación EM absorbida por la capa de absorción de radiación EM; y
 65 una capa de absorción de radiación EM configurada para que las regiones con forma de estructura concéntrica más internas, que están asociadas con el 50 % más interno o más de la superficie del conductor de antena, absorban solo un 10 % o menos de la cantidad total de radiación EM absorbida por la capa de absorción de

radiación EM.

5 11. La sonda EM de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde la capa de absorción de radiación EM está configurada para que las regiones con forma de estructura concéntrica más internas, que están asociadas con el 50 % más interno o más de la superficie del conductor de antena, absorban solo un 5 % o menos de la cantidad total de radiación EM absorbida por la capa de absorción de radiación EM, en donde la absorción de radiación EM se mide con respecto a las frecuencias seleccionadas a partir de:

10 las frecuencias de la radiación EM que se irradian de forma más eficiente desde las regiones con forma de estructura concéntrica más externas de la antena, que abarcan el 64 % más externo o menos del área de superficie del conductor de antena que se relaciona con las regiones con forma de estructura concéntrica; y
 15 las frecuencias de la radiación EM que se irradian de forma más eficiente desde las regiones con forma de estructura concéntrica más externas de la antena, que abarcan el 36 % más externo o menos del área de superficie del conductor de antena que se relaciona con las regiones con forma de estructura concéntrica.

20 12. Un método para producir una sonda electromagnética (EM) (90) para monitorizar, al menos, un tejido biológico, que comprende: proporcionar un conductor de antena espiral (91) que tiene, al menos, un brazo conductivo (102, 103) que sale desde un punto de alimentación (203) y que comprende una trayectoria de propagación de energía (96) que se extiende desde el punto de alimentación (204) hasta el giro más externo del conductor de antena espiral (91); y
 25 aplicar una capa de absorción de radiación EM (92) en paralelo a una superficie delantera o trasera de la antena; en donde la capa de absorción de radiación EM tiene una pluralidad de regiones con forma de estructura sustancialmente concéntrica (93) que se corresponden con las partes de dicho conductor de antena espiral que tienen la misma superficie de conductor de antena, y cualquiera de dicha pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica (93) tiene un coeficiente de absorción de radiación EM mayor que las regiones con forma de estructura
 30 concéntrica que alberga;

caracterizada por:

la capa de absorción de radiación EM (92) comprende huecos a lo largo de la trayectoria de propagación de energía entre dicha pluralidad de regiones con forma de estructura concéntrica (93), en donde los huecos tienen un tamaño más pequeño que un cuarto de una longitud de onda de la energía que se propaga a través del conductor de antena (91), en donde la longitud de onda se encuentra en el intervalo de 100 megahercios (MHz) a 5 gigahercios (GHz).

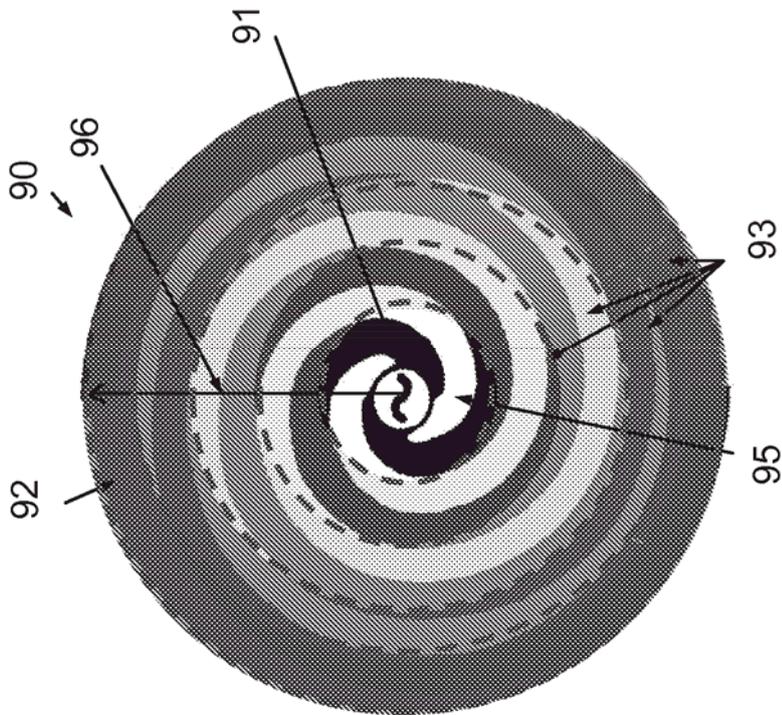


FIG. 1A

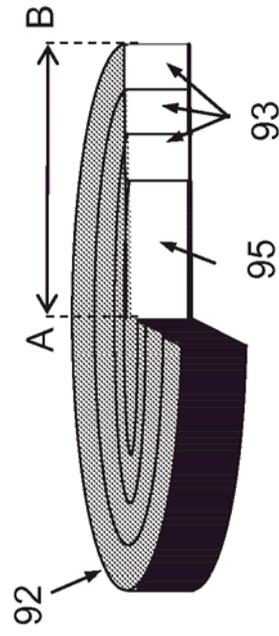


FIG. 1B

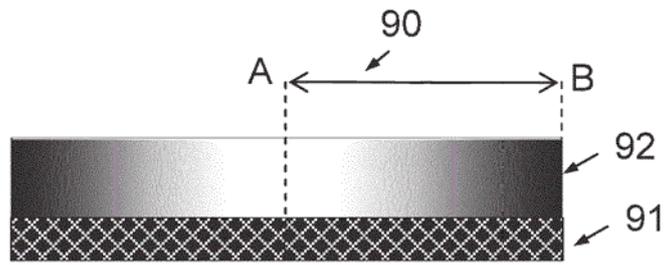


FIG. 1C

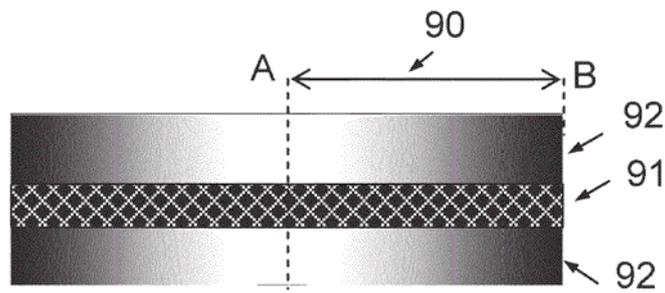


FIG. 1D

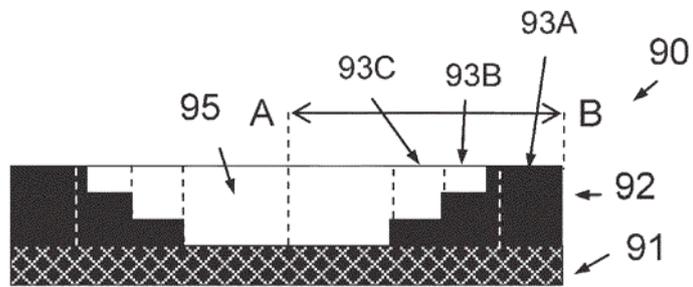


FIG. 1E

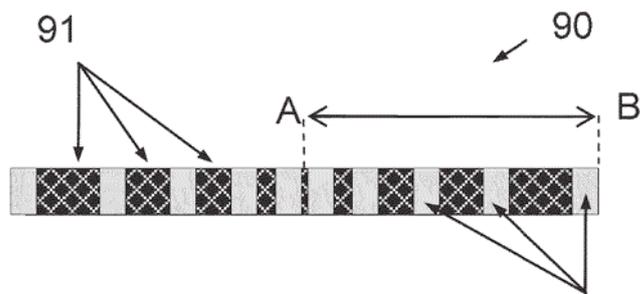


FIG. 1F

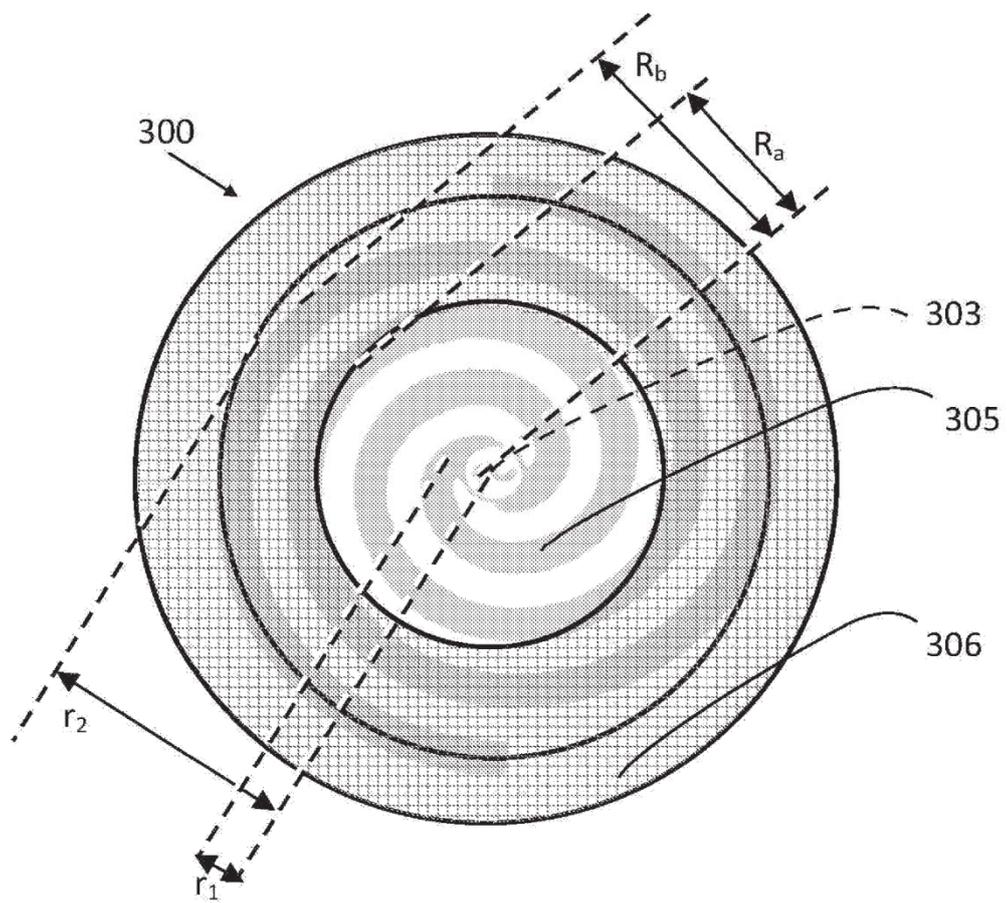
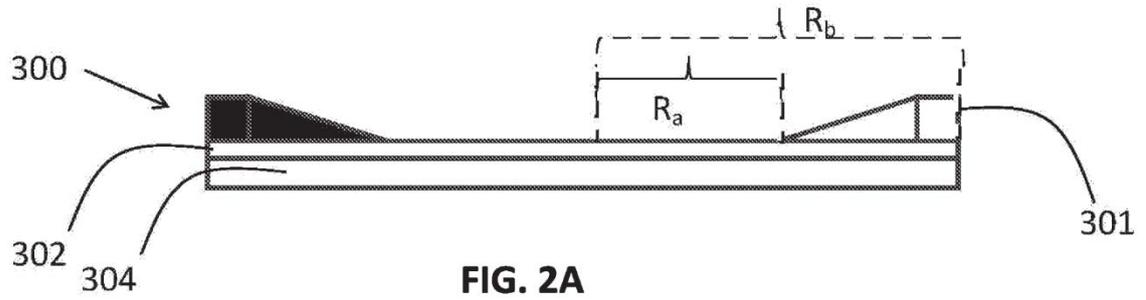


FIG. 2B

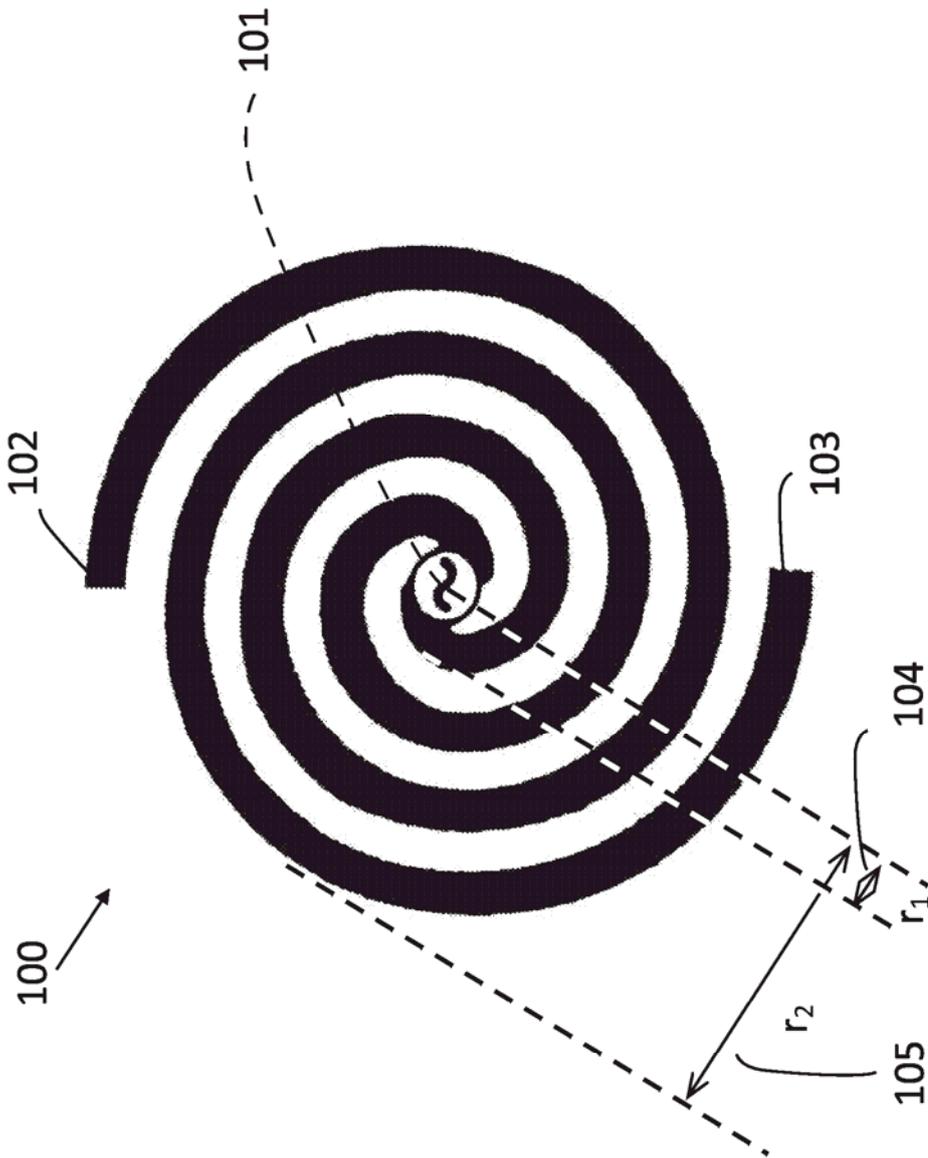


FIG. 2C

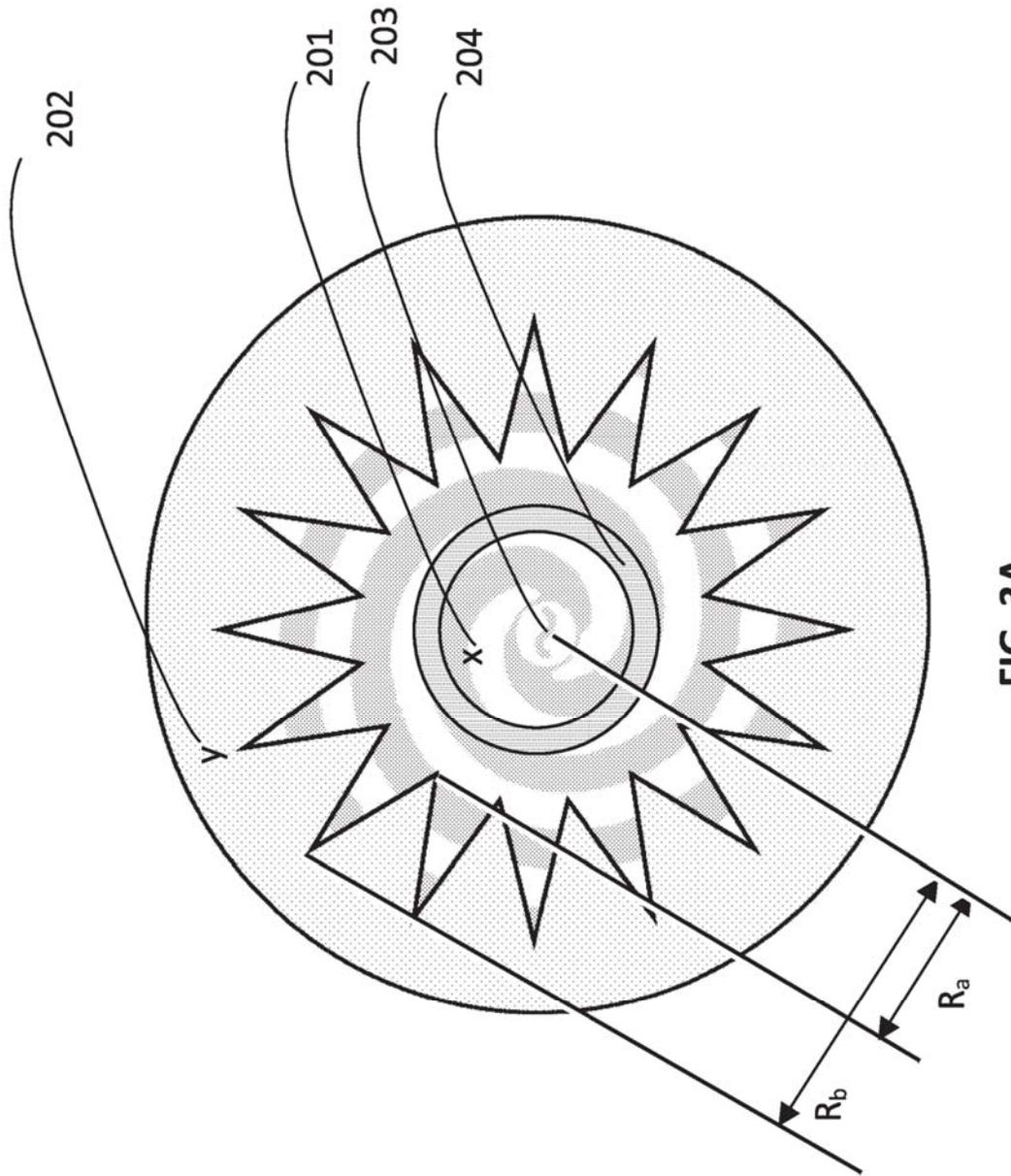


FIG. 3A

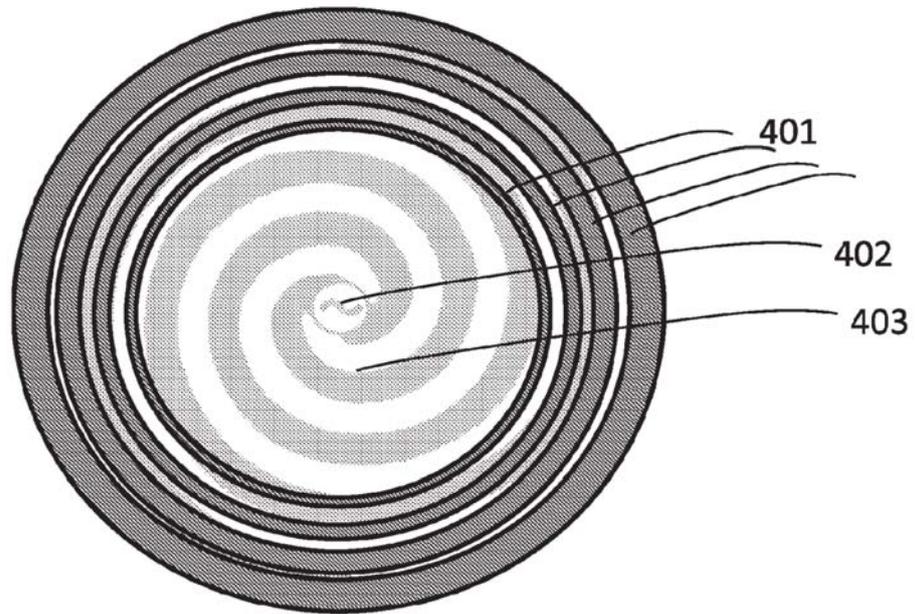


FIG. 3B

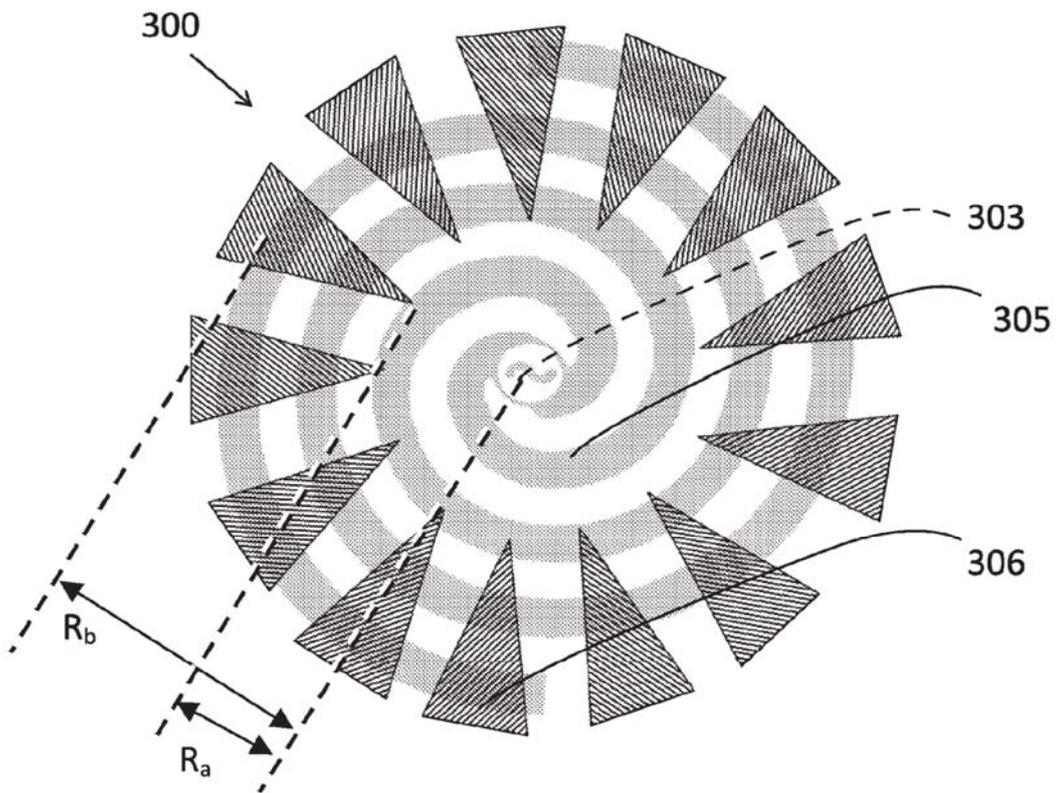


FIG. 3C

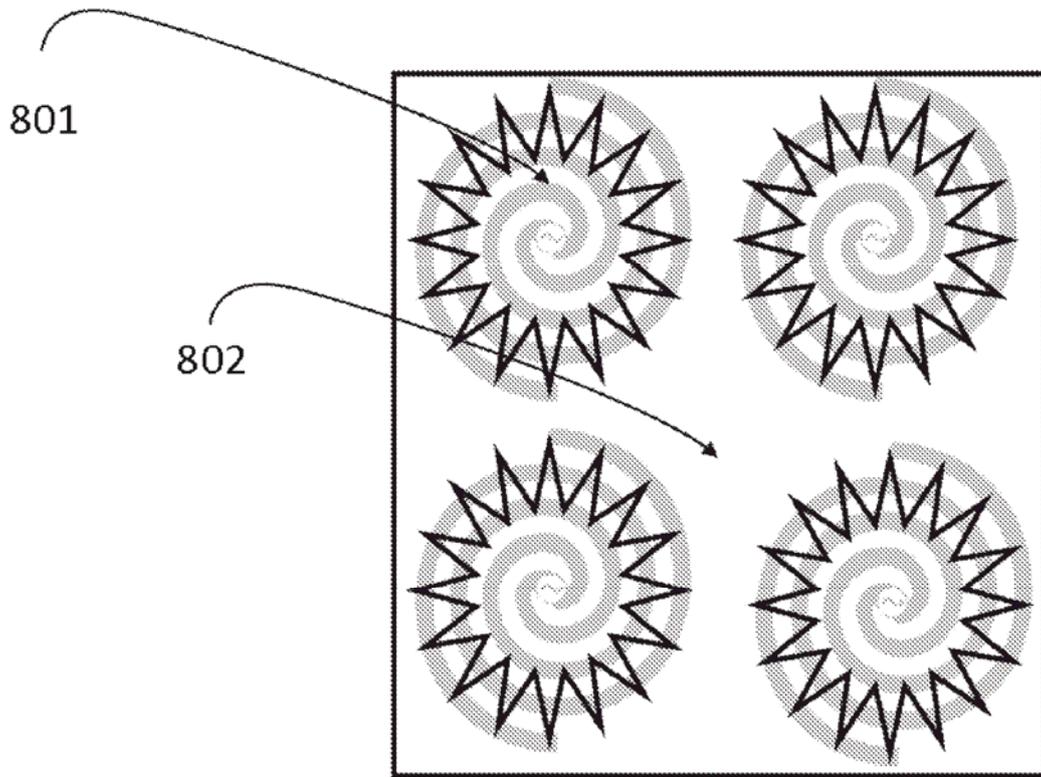


FIG. 4

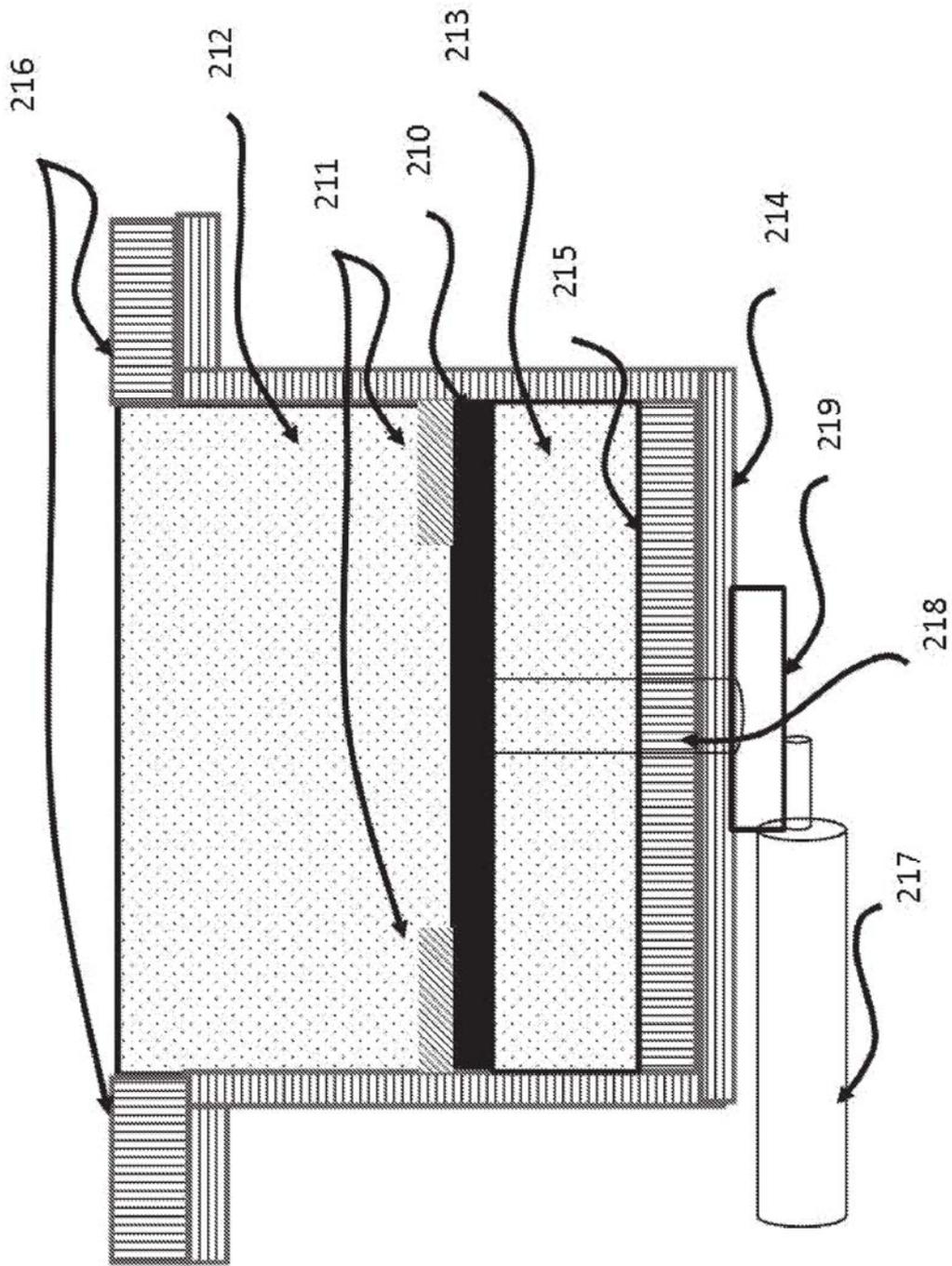
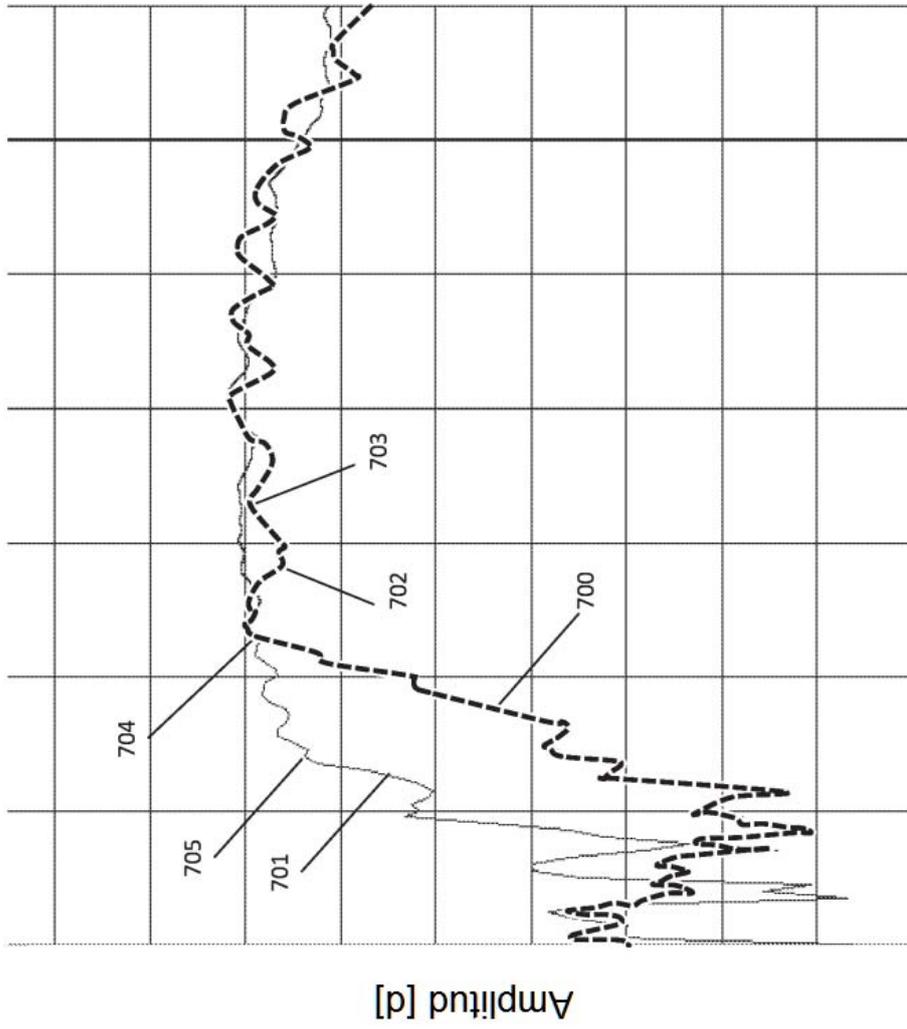


FIG. 5



Frecuencia [lineal]

FIG. 6

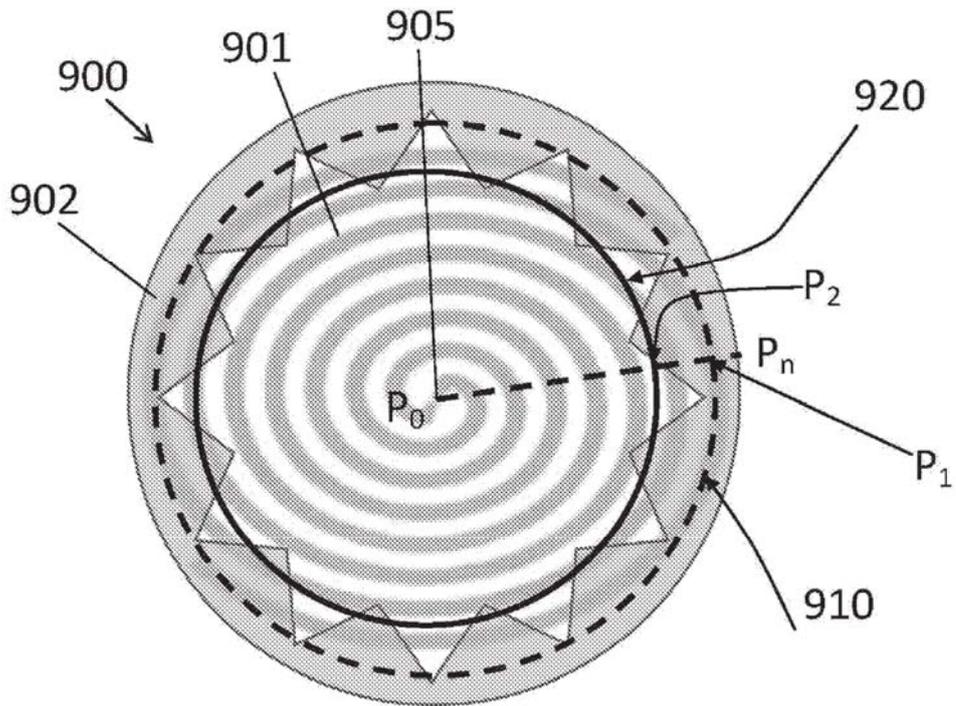


FIG. 7A

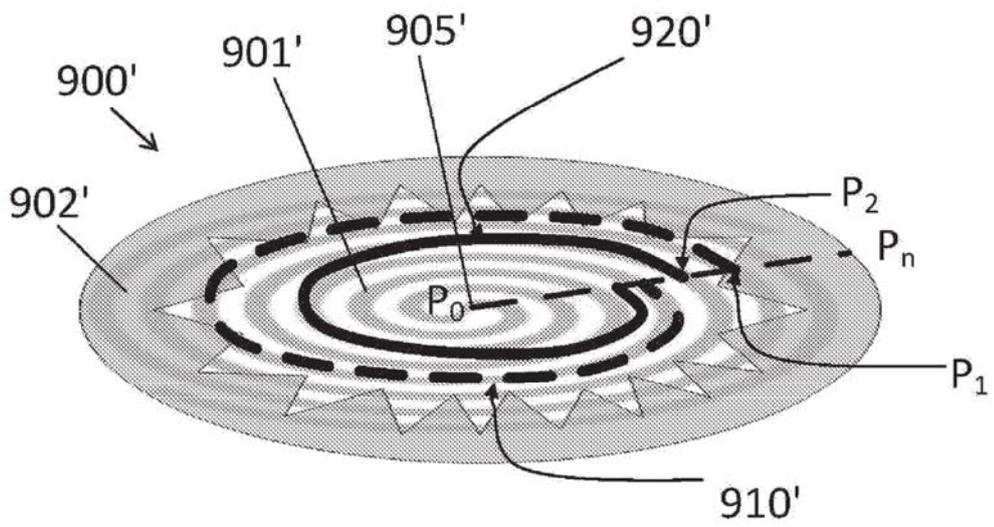


FIG. 7B