

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 149**

51 Int. Cl.:

H01F 17/00 (2006.01)

H01F 41/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2016 PCT/US2016/053620**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017 WO17065960**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2016 E 16781918 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 3360146**

54 Título: **Inductores de alto rendimiento**

30 Prioridad:

16.10.2015 US 201562242720 P
23.06.2016 US 201615191203

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.12.2020

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

KIM, DAEIK DANIEL;
VELEZ, MARIO FRANCISCO;
YUN, CHANGHAN HOBIE;
MUDAKATTE, NIRANJAN SUNIL;
KIM, JONGHAE;
ZUO, CHENGJIE y
BERDY, DAVID FRANCIS

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 797 149 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

Inductores de alto rendimiento

5 CAMPO DE LA DIVULGACIÓN

[0001] Esta divulgación se refiere, en general, a inductores y, más específicamente, pero no exclusivamente, a inductores espirales.

10 ANTECEDENTES

[0002] Los inductores son componentes electrónicos analógicos pasivos ubicuos que se usan en una gran variedad de aplicaciones de regulación de potencia, control de frecuencia y acondicionamiento de señales en una variedad de dispositivos, que incluyen ordenadores personales, tabletas electrónicas, teléfonos móviles inalámbricos, etc.

[0003] Los inductores espirales convencionales incluyen una capa metálica superior, una capa metálica inferior y una vía que conecta la capa metálica superior a la capa metálica inferior. La vía permite que la corriente inducida fluya desde la capa metálica superior a la capa metálica inferior. Dicha vía tiene típicamente la forma de un cilindro, un cuadrado, un octágono o un trapecoide cónico hacia abajo, y el diámetro efectivo de la vía limita el rendimiento del inductor, por ejemplo, aumentando la resistencia del inductor. Es decir, la resistencia de la vía limita el factor de calidad del inductor (también denominado factor Q o simplemente "Q").

[0004] Los inductores se pueden usar en muchas aplicaciones, una de ellas en un circuito de amplificación de potencia (PA) para un dispositivo semiconductor. En tal implementación, la capa metálica superior está formada en la parte superior de un sustrato (por ejemplo, un sustrato laminado orgánico) y la vía se extiende a través del sustrato hasta una capa metálica debajo del sustrato (es decir, la capa metálica inferior).

[0005] El documento US 2014/240072 A1 describe modos de realización particulares de un transformador de acoplamiento vertical con un entrehierro entre dos inductores de acoplamiento vertical. El documento GB 2337863 A describe un procedimiento o medio para formar una disposición de bobina que comprende al menos un sustrato que incluye un elemento conductor, donde el sustrato está dispuesto de tal manera que una pluralidad de dichos sustratos puede apilarse de modo que sus elementos conductores formen una configuración de bobina deseada. El documento US 2007/139151 A1 describe un filtro de salida para un amplificador de audio que incluye una placa de circuito impreso que tiene al menos una abertura que se extiende a través de la placa de circuito impreso.

BREVE EXPLICACIÓN

[0006] A continuación se presenta un sumario simplificado relacionado con uno o más aspectos y/o ejemplos asociados a los aparatos y procedimientos divulgados en el presente documento. Como tal, el siguiente sumario no se debe considerar una visión general extensa en relación con todos los aspectos y/o ejemplos contemplados, ni se debe considerar el siguiente sumario para identificar elementos clave o esenciales en relación con todos los aspectos y/o ejemplos contemplados o delimitar el alcance asociado a cualquier aspecto y/o ejemplo particular. En consecuencia, el siguiente sumario tiene el único propósito de presentar determinados conceptos en relación con uno o más aspectos y/o ejemplos relativos a los aparatos y procedimientos divulgados en el presente documento de forma simplificada como preludio a la descripción detallada presentada más adelante.

[0007] De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato como el descrito en la reivindicación 1, un procedimiento como el descrito en la reivindicación 8 y un medio no transitorio legible por ordenador como el descrito en la reivindicación 13. Otros aspectos de la invención pueden encontrarse en las reivindicaciones dependientes.

[0008] Otras características y ventajas asociadas a los aparatos y procedimientos divulgados en el presente documento serán evidentes para los expertos en la técnica en base a los dibujos adjuntos y la descripción detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009] Una apreciación más completa de los aspectos de la divulgación y de muchas de las ventajas relacionadas de los mismos se obtendrá fácilmente a medida que la misma se entienda mejor con referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considere en relación con los dibujos adjuntos, que se presentan solamente para ilustrar, y no para limitar, la divulgación, y en los que:

Las Figuras 1A y 1B ilustran un inductor convencional ejemplar.

65 Las Figuras 2A y 2B ilustran un inductor ejemplar de acuerdo con algunos ejemplos de la divulgación.

La Figura 3 ilustra un inductor espiral convencional ejemplar.

La Figura 4 ilustra un inductor coespiral apilado ejemplar de acuerdo con algunos ejemplos de la divulgación.

5 La Figura 5 ilustra un circuito de amplificación de potencia (PA) ejemplar con múltiples inductores de acuerdo con algunos ejemplos de la divulgación.

La Figura 6 ilustra un equipo de usuario (UE) ejemplar que tiene al menos un inductor de acuerdo con algunos ejemplos de la divulgación.

10 La Figura 7 ilustra un flujo ejemplar para formar un dispositivo inductor de acuerdo con algunos ejemplos de la divulgación.

15 **[0010]** De acuerdo con la práctica habitual, las características ilustradas en los dibujos pueden no estar dibujadas a escala. En consecuencia, las dimensiones de las características ilustradas se pueden ampliar o reducir de forma arbitraria para mayor claridad. De acuerdo con una práctica habitual, algunos de los dibujos están simplificados para mayor claridad. Por tanto, los dibujos pueden no representar todos los componentes de un aparato o procedimiento particulares. Además, números de referencia similares denotan características similares a lo largo de la memoria descriptiva y los dibujos.

20 **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

25 **[0011]** Se divulga un dispositivo inductor que incluye una primera placa metálica curvada, una segunda placa metálica curvada inferior y alineada de manera sustancialmente vertical con la primera placa metálica curvada, y una primera vía alargada alineada verticalmente entre la primera placa metálica curvada y la segunda placa metálica curvada, donde la primera vía alargada está configurada para acoplar de manera conductiva la primera placa metálica curvada a la segunda placa metálica curvada y tiene una relación de aspecto de anchura a altura de la primera vía alargada de al menos aproximadamente 2 a 1.

30 **[0012]** Estos y otros aspectos de la divulgación se divulgan en la siguiente descripción y dibujos relacionados dirigidos a modos de realización específicos de la divulgación. Se pueden concebir modos de realización alternativos sin apartarse del alcance de la divulgación. Además, elementos bien conocidos de la divulgación no se describirán en detalle o se omitirán para no complicar los detalles relevantes de la divulgación.

35 **[0013]** Las expresiones "ejemplar" y/o "de ejemplo" se usan en el presente documento en el sentido de que "sirve como ejemplo, caso o ilustración". No se debe considerar necesariamente que cualquier modo de realización descrito en el presente documento como "ejemplar" y/o "de ejemplo" sea preferente o ventajoso con respecto a otros modos de realización. Asimismo, el término "modos de realización de la divulgación" no requiere que todos los modos de realización de la divulgación incluyan la característica, ventaja o modo de funcionamiento analizado.

40 **[0014]** Además, determinados modos de realización se describen en lo que respecta a secuencias de acciones que se van a realizar, por ejemplo, por elementos de un dispositivo informático. Se reconocerá que diversas acciones descritas en el presente documento se pueden realizar, o hacer que se realicen, por circuitos específicos (por ejemplo, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC)), por instrucciones de programa ejecutadas por uno o más procesadores o por una combinación de ambas cosas. Adicionalmente, se puede considerar que estas secuencias de acciones descritas en el presente documento se realizan por completo dentro de cualquier forma de medio de almacenamiento legible por ordenador que tenga almacenado en el mismo un conjunto correspondiente de instrucciones informáticas que, tras su ejecución, hagan que un procesador asociado realice, o le insten a realizar, la funcionalidad descrita en el presente documento. Por tanto, los diversos aspectos de la divulgación se pueden realizar de varias formas diferentes, todas ellas contempladas dentro del alcance de la materia objeto reivindicada. Además, para cada uno de los modos de realización descritos en el presente documento, la forma correspondiente de cualquiera de dichos modos de realización se puede describir en el presente documento como, por ejemplo, "lógica configurada para" realizar la acción descrita.

55 **[0015]** Las Figuras 1A y 1B ilustran un inductor convencional 100 ejemplar. Como se muestra en la Figura 1A, el inductor 100 puede incluir una primera placa metálica curvada 110 (por ejemplo, una capa metálica superior, también denominada "traza"), una segunda placa metálica curvada 120 (por ejemplo, una capa metálica inferior, también denominada "traza") ubicada sustancialmente debajo de la primera placa metálica curvada 110, y una vía cilíndrica 130 entre la primera placa metálica curvada 110 y la segunda placa metálica curvada 120. La vía 130 acopla de manera conductiva la primera placa metálica curvada 110 a la segunda placa metálica curvada 120 a través de una capa aislante (no mostrada en la Figura 1A). La primera placa metálica curvada 110 puede incluir un primer terminal 112 en un extremo, y la segunda placa metálica curvada 120 puede incluir un segundo terminal 122 en un extremo. El primer terminal 112 y el segundo terminal 122 pueden configurarse para conectarse a componentes externos para la entrada y salida de corriente a través del inductor 100.

65 **[0016]** La Figura 1B muestra una vista lateral 100A y una vista superior 100B del inductor 100 de la Figura 1A.

Como se muestra en la Figura 1B, una corriente inducida 132 puede atravesar el inductor 100 desde la primera placa metálica curvada 110 a través de la vía 130 hasta la segunda placa metálica curvada 120 y viceversa. La vía 130 puede perforarse o cortarse a través de una capa aislante 140 de un sustrato sin núcleo de un dispositivo semiconductor y, por lo tanto, tener una altura de aproximadamente 40 μm . La primera placa metálica curvada 110 puede estar en la "parte superior" de la capa aislante 140 y la segunda placa metálica curvada 120 puede estar en el "la parte inferior" de la capa aislante 140. Un sustrato "sin núcleo" para un dispositivo semiconductor significa que el dispositivo semiconductor no incluye las capas aislantes de "núcleo" que aumentan la rigidez del dispositivo semiconductor. Esto permite que el sustrato sin núcleo sea mucho más delgado que un sustrato de "acumulación", que incluye estas capas aislantes de núcleo. Por ejemplo, un dispositivo semiconductor que utiliza un sustrato sin núcleo puede tener un grosor de aproximadamente 430 μm , mientras que un dispositivo semiconductor que utiliza un sustrato de acumulación puede tener aproximadamente 1,150 μm debido a las capas de núcleo adicionales.

[0017] Aunque la Figura 1B ilustra la vía 130 en forma de cilindro, la vía 130 puede tener la forma de un cuadrado, un octágono o un trapecio cónico hacia abajo, como se conoce en la técnica. El diámetro efectivo de la vía 130 limita el rendimiento del inductor 100, en la medida en que la resistencia de la vía 130 es inversamente proporcional al área de la vía 130. Por lo tanto, la resistencia de la vía 130 se suma a la resistencia del inductor 100 y, por lo tanto, limita el factor Q del inductor 100.

[0018] Por consiguiente, la presente divulgación proporciona un inductor de dos capas que incluye una vía alargada entre la capa metálica superior y la capa metálica inferior del inductor. Esta configuración puede dar como resultado una implementación de inductor de radiofrecuencia (RF) de alto rendimiento, tal como en un sustrato sin núcleo, que mejora el rendimiento de la amplificación de potencia (PA) al reducir la pérdida en el inductor en aproximadamente un 7,25 %, o hasta un 10 %, sin cambios en el proceso de fabricación y un aumento mínimo de área (por ejemplo, del 2,3 %). En otros ejemplos, un inductor espiral puede incluir una primera capa metálica, una segunda capa metálica y una tercera capa metálica colocadas en un sustrato, donde la segunda capa metálica actúa como una vía de transición entre la primera capa metálica y la tercera capa metálica. Esta configuración puede dar como resultado una baja resistencia para la corriente continua (CC) para una menor disipación de calor y un mayor rendimiento del factor Q a bajas frecuencias y radiofrecuencias. Estas ventajas se logran integrando un inductor de alto rendimiento de este tipo dentro de un sustrato sin núcleo, junto con el aumento de metal de la segunda capa metálica, lo que proporciona una mayor conductancia térmica a través del inductor.

[0019] Las Figuras 2A y 2B ilustran un inductor 200 ejemplar de acuerdo con algunos ejemplos de la divulgación. Como se muestra en la Figura 2A, el inductor 200 puede incluir una primera placa metálica curvada 210 (por ejemplo, una capa metálica superior, también denominada "traza"), una segunda placa metálica curvada 220 (por ejemplo, una capa metálica inferior, también denominada "traza") colocada sustancialmente debajo de y paralela a la primera placa metálica curvada 210, y una vía alargada 230 entre la primera placa metálica curvada 210 y la segunda placa metálica curvada 220. La vía alargada 230 acopla de manera conductiva la primera placa metálica curvada 210 a la segunda placa metálica curvada 220 a través de una capa aislante (no mostrada en la Figura 2A). La primera placa metálica curvada 210 puede incluir un primer terminal 212 en un extremo, y la segunda placa metálica curvada 220 puede incluir un segundo terminal 222 en un extremo. El primer terminal 212 y el segundo terminal 222 pueden configurarse para conectarse a componentes externos para la entrada y salida de corriente a través del inductor 200.

[0020] La Figura 2B muestra una vista lateral 200A y una vista superior 200B del inductor 200. Como se muestra en la Figura 2B, una corriente inducida 232 puede atravesar el inductor 200 desde la primera placa metálica curvada 210 a través de la vía alargada 230 hasta la segunda placa metálica curvada 220 y viceversa. La vía 230 puede perforarse o cortarse a través de una capa aislante 240 de un sustrato sin núcleo de un dispositivo semiconductor. La primera placa metálica curvada 210 puede estar en la "parte superior" de la capa aislante 240 y la segunda placa metálica curvada 220 puede estar en el "la parte inferior" de la capa aislante 240.

[0021] Como se ilustra en las Figuras 2A y 2B, la vía alargada 230 puede seguir sustancialmente la curva de y ser más estrecha que la primera placa metálica curvada 210 y la segunda placa metálica curvada 220. La vía alargada 230 puede proporcionar una transición más larga y más plana entre la primera placa metálica curvada 210 y la segunda placa metálica curvada 220 para la corriente inducida 232. La vía alargada 230 puede tener una relación de aspecto de anchura a altura de aproximadamente 2 a 1 (2:1) o mayor. Como se muestra en la Figura 2B, la "anchura", también denominada "longitud", de la vía alargada 230 es la dimensión de la vía alargada 230 a lo largo de la curva (sustancialmente paralela a los bordes interior y exterior) de las primera y segunda placas metálicas curvadas 210 y 220. La "altura" de la vía alargada 230 es la dimensión de la vía alargada 230 entre las primera y segunda placas metálicas curvadas 210 y 220. La profundidad de la vía alargada 230 es la dimensión de la vía alargada 230 entre (sustancialmente perpendicular a) los bordes interior y exterior de las primera y segunda placas metálicas curvadas 210 y 220.

[0022] Por lo tanto, a diferencia de la corriente inducida 132 que tiene que realizar una curva de 90 grados de alta resistencia para atravesar la vía 130 desde la primera placa metálica curvada 110 hasta la segunda placa metálica curvada 120, como en el inductor 100, la corriente inducida 232 sigue una trayectoria más larga, más plana y, por lo tanto, de menor resistencia a medida que atraviesa la vía alargada 230 desde la primera placa

metálica curvada 210 hasta segunda placa metálica curvada 220. Como ejemplo, donde el espesor de la capa aislante 240 es de aproximadamente 40 μm , la altura de la vía alargada 230 puede ser de aproximadamente 40 μm , y el ancho de la vía alargada 230 puede ser de aproximadamente 80 μm .

5 **[0023]** Debe observarse que aunque las Figuras 2A y 2B ilustran que el inductor 200 tiene una forma circular, se apreciará que el inductor 200 puede tener otras formas, tal como una forma octagonal.

10 **[0024]** La capa aislante 240 puede ser una o más capas de dióxido de silicio (SiO_2), nitruro de silicio (Si_3N_4), oxinitruro de silicio (SiON), pentóxido de tántalo (Ta_2O_5), óxido de aluminio (Al_2O_3), óxido de hafnio (HfO_2), benzociclobuteno (BCB), poliimida (PI), polibenzoxazoles (PBO) u otro material que tenga propiedades aislantes y estructurales similares, como se conoce en la técnica. La primera placa metálica curvada 210, la segunda placa metálica curvada 220 y la vía alargada 230 pueden ser una o más capas de aluminio (Al), cobre (Cu), estaño (Sn), níquel (Ni), oro (Au), plata (Ag) u otro material conductor de electricidad adecuado, como se conoce en la técnica.

15 **[0025]** La configuración del inductor 200 da como resultado una resistencia de CC más baja y un factor Q más alto para el inductor 200. Por ejemplo, el factor Q del inductor 200 puede ser 131,6 a 1 GHz, mientras que el factor Q del inductor 100 puede ser 122,7 a 1 GHz. La configuración del inductor 200 puede dar como resultado una implementación de inductor de RF de alto rendimiento que mejora el rendimiento de PA al reducir la pérdida en el inductor 200 en aproximadamente 7,25 %, o hasta un 10 %, sin cambios en el proceso de fabricación y un aumento mínimo de área en la capa aislante 240 (por ejemplo, del 2,3%).

20 **[0026]** La Figura 3 ilustra un inductor espiral convencional 300 ejemplar. Como se muestra en la Figura 3, el inductor espiral 300 puede incluir una placa metálica espiral 310. La placa metálica espiral 310 puede incluir un primer terminal 312 en un extremo acoplado de manera conductiva a una interconexión 320 y un segundo terminal 322 en el otro extremo. El primer terminal 312, a través de la interconexión 320, y el segundo terminal 322 pueden configurarse para conectarse a componentes externos para la entrada y salida de corriente a través del inductor espiral 300. Por ejemplo, una corriente puede entrar en el inductor espiral 300 en el primer terminal 312 a través de la interconexión 320, desplazarse a lo largo de la placa metálica espiral 310 y salir del inductor espiral 300 en el segundo terminal 322. De forma alternativa, la corriente puede recorrer la misma trayectoria en sentido opuesto.

25 **[0027]** La Figura 4 ilustra un inductor coespiral apilado 400 ejemplar de acuerdo con algunos ejemplos de la divulgación. Como se muestra en la Figura 4, el inductor coespiral apilado 400 puede incluir una primera placa metálica curvada 410, una segunda placa metálica curvada 420 coubicada sustancialmente debajo de la primera placa metálica curvada 410, y una tercera placa metálica curvada 430 coubicada entre la primera placa metálica curvada 410 y la segunda placa metálica curvada 420. Como se ilustra en la Figura 4, cada una de la primera placa metálica curvada 410, la segunda placa metálica curvada 420 y la tercera placa metálica curvada 430 consiste en múltiples capas de metal. Por ejemplo, cada capa metálica curvada puede consistir en capas metálicas superior e inferior conectadas por una capa metálica central.

30 **[0028]** La tercera placa metálica curvada 430 está configurada para acoplar de manera conductiva la primera placa metálica curvada 410 a la segunda placa metálica curvada 420. La primera placa metálica curvada 410 puede incluir un primer terminal 412 en un extremo y una primera vía 414 en el otro extremo. La segunda placa metálica curvada 420 puede incluir un segundo terminal 422 en un extremo y una segunda vía 424 en el otro extremo. El primer terminal 412 y el segundo terminal 422 pueden configurarse para conectarse a componentes externos para la entrada y salida de corriente a través del inductor coespiral apilado 400.

35 **[0029]** La primera vía 414 está configurada para acoplar la primera placa metálica curvada 410 a la tercera placa metálica curvada 430. La segunda vía 424 está configurada para acoplar la segunda placa metálica curvada 420 a la tercera placa metálica curvada 430. Por ejemplo, una corriente puede entrar en el inductor coespiral apilado 400 en el primer terminal 412, desplazarse a lo largo de la primera placa metálica curvada 410 hasta la primera vía 414, después desde la primera vía 414 a través de la tercera placa metálica curvada 430 hasta la segunda vía 424, y desde la segunda vía 424 a través de la segunda placa metálica curvada 420 hasta el segundo terminal 422 para salir del inductor coespiral apilado 400. De forma alternativa, la corriente puede recorrer la misma trayectoria en sentido opuesto.

40 **[0030]** Cabe señalar que aunque la primera vía 414 y la segunda vía 424 se ilustran como vías cilíndricas, similares a la vía 130, se apreciará que la primera vía 414 y la segunda vía 424 pueden ser vías alargadas, similares a la vía alargada 230, y puede proporcionar las mismas ventajas.

45 **[0031]** La presencia de la tercera placa metálica curvada 430 puede proporcionar una mejor (es decir, menor) resistencia de CC y conductividad térmica junto con una menor pérdida de potencia de inductor en comparación con un inductor espiral convencional, tal como el inductor espiral 300. Por ejemplo, la configuración del inductor coespiral apilado 400 puede proporcionar una pérdida de potencia inferior al 60% que un inductor espiral de una sola capa convencional (por ejemplo, el inductor espiral 300). Cuando se integra con un sustrato sin núcleo, el inductor coespiral apilado 400 también puede reducir los componentes externos, el coste y el área en el sustrato. Por ejemplo, el inductor coespiral apilado 400 puede ocupar un área de 1,41 mm^2 en el sustrato en comparación

con un área de 1,69 mm² para el inductor espiral 300. La resistencia de CC del inductor coespiral apilado 400 puede ser de aproximadamente 23,1 mOhm para 7 nanohenrios (nH), mientras que la resistencia de CC del inductor espiral 300 puede ser de aproximadamente 67,4 mOhm para 7nH. La pérdida de potencia a 2 amperios para el inductor coespiral apilado 400 puede ser de aproximadamente 92,3 mW en comparación con aproximadamente 270 mW para el inductor espiral 300. Finalmente, la resistencia de RF para el inductor coespiral apilado 400 puede ser un factor Q de aproximadamente 103 a 1 GHz con 7 nH en comparación con un factor Q de aproximadamente 101 a 1 GHz con 7nH para el inductor espiral 300.

[0032] El sustrato puede ser una o más capas de dióxido de silicio (SiO₂), nitruro de silicio (Si₃N₄), oxinitruro de silicio (SiON), pentóxido de tántalo (Ta₂O₅), óxido de aluminio (Al₂O₃), óxido de hafnio (HfO₂), benzociclobuteno (BCB), poliimida (PI), polibenzoxazoles (PBO) u otro material que tenga propiedades aislantes y estructurales similares, como se conoce en la técnica. La primera placa metálica curvada 410, la segunda placa metálica curvada 420, la tercera placa metálica curvada 430, la primera vía 414 y la segunda vía 424 pueden ser una o más capas de aluminio (Al), cobre (Cu), estaño (Sn), níquel (Ni), oro (Au), plata (Ag) u otro material eléctricamente conductor adecuado, como se conoce en la técnica.

[0033] Cabe señalar que, como se usa en el presente documento, los términos "sustancialmente" y "aproximadamente" no son términos relativos de grado, sino que reflejan la realidad de que, debido a tolerancias en los procesos de fabricación, dos componentes pueden no ser exactamente del mismo tamaño o tener una orientación exacta entre sí, o que un componente dado puede no tener un tamaño exacto. Por el contrario, los términos "sustancialmente" y "aproximadamente" significan que el tamaño, la orientación, etc. del/de los componentes solo tienen que estar dentro de algún umbral de tolerancia del tamaño, orientación, etc. descritos. Por tanto, por ejemplo, cuando un componente se describe como "sustancialmente" encima o debajo de otro componente, significa que los componentes están alineados verticalmente dentro de algún umbral de tolerancia. De manera similar, como otro ejemplo, cuando un componente se describe como "aproximadamente" de un tamaño dado, significa que el componente está dentro de un umbral de tolerancia dado del tamaño dado. El umbral de tolerancia puede estar determinado por las capacidades del proceso de fabricación, los requisitos del dispositivo y/o los componentes que se fabrican, y similares.

[0034] Se apreciará que incluso si los términos "sustancialmente" o "aproximadamente" no se usan para describir un tamaño, orientación, etc. de los componentes, no significa que el tamaño, orientación, etc. del/de los componente(s) deba ser exactamente el tamaño, la orientación, etc. descritos. Más bien, el tamaño, la orientación, etc. descritos solo tienen que estar dentro de algún umbral de tolerancia del tamaño, la orientación, etc. descritos.

[0035] La Figura 5 ilustra un circuito de amplificación de potencia (PA) 500 ejemplar con múltiples inductores de acuerdo con algunos ejemplos de la divulgación. Como se muestra en la Figura 5, el circuito de PA 500 puede incluir una toma de tierra 510, una fuente de alimentación 520, un primer inductor 530 (por ejemplo, el inductor 200 o el inductor coespiral apilado 400) acoplado a la fuente de alimentación 520, una entrada 540, tal como una entrada de antena, acoplada entre el primer inductor 530 y la toma de tierra 510 que conecta el circuito de PA 500, un filtro de paso de banda 550 acoplado entre el primer inductor 530 y la entrada 540, una carga resistiva de RF 560 acoplada entre el filtro de paso de banda 550 y la toma de tierra 510, y una toma de salida 570 a través de la carga resistiva de RF 560. El filtro de paso de banda 550 puede incluir uno o más inductores (por ejemplo, el inductor 200 o el inductor coespiral apilado 400) y filtros acústicos.

[0036] En esta descripción se usa determinada terminología para describir determinadas características. El término "dispositivo móvil" puede describir, y no está limitado a, un reproductor de música, un reproductor de vídeo, una unidad de entretenimiento, un dispositivo de navegación, un dispositivo de comunicaciones, un dispositivo móvil, un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un asistente digital personal, un terminal de ubicación fija, una tableta electrónica, un ordenador, un dispositivo para llevar puesto, un ordenador portátil, un servidor, un dispositivo de automoción en un vehículo de automoción y/u otros tipos de dispositivos electrónicos portátiles que normalmente lleva una persona y/o tienen capacidades de comunicación (por ejemplo, inalámbrica, celular, infrarroja, radio de corto alcance, etc.). Además, los términos "equipo de usuario" (UE), "terminal móvil", "dispositivo móvil" y "dispositivo inalámbrico" pueden ser intercambiables.

[0037] Los inductores y circuitos de acuerdo con los ejemplos anteriores (por ejemplo, el inductor 200, el inductor coespiral apilado 400 y el circuito de PA 500) se pueden usar para una pluralidad de aplicaciones diferentes, tal como en los componentes de circuito de un dispositivo móvil. Tomando la Figura 6 como ejemplo, un equipo de usuario (UE) 600 (en este caso un dispositivo inalámbrico) tiene una plataforma 602 que puede recibir y ejecutar aplicaciones de software, datos y/o comandos transmitidos desde una red de acceso de radio (RAN) que, en última instancia, pueden provenir de una red central, Internet y/u otros servidores y redes remotos. La plataforma 602 puede incluir inductores y circuitos de PA, así como un transceptor 606, acoplados de manera operativa a un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) 608 u otro procesador, microprocesador, circuito lógico u otro dispositivo de procesamiento de datos. El ASIC 608 u otro procesador ejecuta la capa de interfaz de programación de aplicaciones (API) 610 que interactúa con cualquier programa que resida en una memoria 612 del UE 600. La memoria 612 puede comprender una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), una ROM programable borrable eléctricamente (EEPROM), tarjetas de memoria flash o cualquier memoria común

a plataformas informáticas. La plataforma 602 también puede incluir una base de datos local 614 que puede contener aplicaciones no usadas de forma activa en la memoria 612. La base de datos local 614 es típicamente una célula de memoria flash, pero puede ser cualquier dispositivo de almacenamiento secundario conocido en la técnica, tal como medios magnéticos, EEPROM, medios ópticos, una cinta, un disco flexible o duro, o similares. Los componentes de la plataforma 602 también pueden estar acoplados de manera operativa a dispositivos externos, tales como una antena 622, un dispositivo de visualización 624, un botón de tipo "pulse para hablar" 628 y un teclado 626, entre otros componentes, como se conoce en la técnica.

[0038] La comunicación inalámbrica entre el UE 600 y la RAN puede basarse en tecnologías diferentes, tales como el acceso múltiple por división de código (CDMA), CDMA de banda ancha (W-CDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM), el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM), la Evolución a Largo Plazo (LTE) de 3GPP u otros protocolos que se puedan usar en una red de comunicaciones inalámbricas o en una red de comunicaciones de datos.

[0039] La Figura 7 ilustra un flujo 700 ejemplar para formar un dispositivo inductor, tal como el inductor 200, de acuerdo con algunos ejemplos de la divulgación. El flujo ilustrado en la FIG. 7 se puede realizar durante un proceso de fabricación del dispositivo inductor. En un modo de realización, el dispositivo inductor puede ser uno de un módulo de sección de entrada de RF, un filtro o un PA. El dispositivo inductor puede incorporarse en un dispositivo seleccionado de un grupo que comprende un reproductor de música, un reproductor de vídeo, una unidad de entretenimiento, un dispositivo de navegación, un dispositivo de comunicaciones, un dispositivo móvil, un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un asistente digital personal, un terminal de ubicación fija, una tableta electrónica, un ordenador, un dispositivo para llevar puesto, un ordenador portátil, un servidor, un dispositivo de automoción en un vehículo de automoción, un módulo de sección de entrada de RF, un filtro o un PA.

[0040] En 702, el flujo 700 incluye formar una primera placa metálica curvada, tal como la primera placa metálica curvada 210 de las Figuras 2A y 2B. En 704, el flujo 700 incluye formar una segunda placa metálica curvada, tal como la segunda placa metálica curvada 220 en las Figuras 2A y 2B, debajo de y alineada de manera sustancialmente vertical con la primera placa metálica curvada. En un modo de realización, la primera placa metálica curvada y la segunda placa metálica curvada pueden tener forma de octágono. La primera placa metálica curvada y la segunda placa metálica curvada pueden tener aproximadamente la misma longitud.

[0041] En 706, el flujo 700 incluye formar una primera vía alargada, tal como la vía alargada 230 en las Figuras 2A y 2B, alineada verticalmente entre la primera placa metálica curvada y la segunda placa metálica curvada. La primera vía alargada está configurada para acoplar de forma conductiva la primera placa metálica curvada a la segunda placa metálica curvada y tiene una relación de aspecto de anchura a altura de la primera vía alargada de al menos aproximadamente 2 a 1. La primera vía alargada puede estar completamente dentro de un perímetro vertical definido por un borde interior y un borde exterior de la primera placa metálica curvada.

[0042] En 708, el flujo 700 puede incluir, opcionalmente, proporcionar un sustrato sin núcleo, tal como la capa aislante 240 de la Figura 2B, entre la primera placa metálica curvada y la segunda placa metálica curvada.

[0043] En 710, el flujo 700 incluye formar una tercera placa metálica curvada, tal como la tercera placa metálica curvada 430 de la Figura 4, debajo de y alineada de manera sustancialmente vertical con la segunda placa metálica curvada.

[0044] En 712, el flujo 700 incluye formar una segunda vía alargada, tal como la segunda vía 424 en la Figura 4, alineada verticalmente entre la segunda placa metálica curvada y la tercera placa metálica curvada. La segunda vía alargada está configurada para acoplar de manera conductiva la segunda placa metálica curvada a la tercera placa metálica curvada y tiene una relación de aspecto de anchura a altura de al menos aproximadamente 2 a 1.

[0045] Aunque la FIG. 7 ilustra un orden particular de operaciones, se apreciará que las operaciones se pueden realizar en un orden diferente, dependiendo del proceso de fabricación utilizado para formar el dispositivo inductor.

[0046] Aunque se han descrito algunos aspectos en relación con un dispositivo, no hace falta decir que estos aspectos también constituyen una descripción del procedimiento correspondiente, por lo que un bloque o un componente de un dispositivo también debe entenderse como una acción de procedimiento correspondiente o como una característica de una acción de procedimiento. Análogamente a esto, los aspectos descritos en relación con o como una acción de procedimiento también constituyen una descripción de un bloque, detalle o característica correspondiente de un dispositivo correspondiente. Algunas de o todas las acciones de procedimiento pueden ser realizadas por un aparato de hardware (o usando un aparato de hardware), tal como, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunos ejemplos, un aparato de este tipo puede realizar algunas o una pluralidad de las acciones de procedimiento más importantes.

[0047] Además, debe observarse que los procedimientos divulgados en la descripción o en las reivindicaciones pueden implementarse mediante un dispositivo que comprende medios para realizar las acciones respectivas de

este procedimiento.

[0048] Aunque la divulgación anterior muestra ejemplos ilustrativos de la divulgación, cabe destacar que se pueden realizar diversos cambios y modificaciones en el presente documento sin apartarse del alcance de la divulgación definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo inductor (400), que comprende:
 - 5 un primer medio conductor plano (410);
 - un segundo medio conductor plano (420) debajo de y alineado de manera sustancialmente vertical con el primer medio conductor (410);
 - 10 un tercer medio conductor plano (430) coubicado entre el primer medio conductor (410) y el segundo medio conductor (420);
 - una primera vía alargada (414) alineada verticalmente entre el primer medio conductor (410) y el tercer medio conductor (430), donde la primera vía alargada (414) está configurada para acoplar de manera conductiva el primer medio conductor (410) al tercer medio conductor (430) y tiene una relación de aspecto de una longitud, medida en la dirección de dicho plano, a una altura de la primera vía alargada (414) de al menos aproximadamente 2 a 1, donde la longitud de la primera vía alargada (414) sigue sustancialmente una curva del primer medio conductor (410) y del tercer medio conductor (420); y
 - 15 una segunda vía alargada (424) alineada verticalmente entre el tercer medio conductor (430) y el segundo medio conductor (420), donde la segunda vía alargada (424) está configurada para acoplar de manera conductiva el tercer medio conductor (430) al segundo medio conductor (420) y tiene una relación de aspecto de una longitud a una altura de al menos aproximadamente 2 a 1, donde la longitud de la segunda vía alargada (424) sigue sustancialmente una curva del tercer medio conductor (430) y del segundo medio conductor (420);
 - 20 en el que cada uno del primer medio conductor (410), el segundo medio conductor (420) y el tercer medio conductor (430) consisten en múltiples capas metálicas.
- 30 2. El dispositivo inductor de la reivindicación 1, en el que:
 - el primer medio conductor comprende una primera placa metálica curvada;
 - el segundo medio conductor comprende una segunda placa metálica curvada debajo de y alineada de manera sustancialmente vertical con la primera placa metálica curvada; y
 - 35 el tercer medio conductor comprende una tercera placa metálica curva coubicada entre la primera placa metálica y la segunda placa metálica.
- 40 3. El dispositivo inductor de la reivindicación 2, en el que la primera vía alargada está completamente dentro de un perímetro vertical definido por un borde interior y un borde exterior de la primera placa metálica curvada y la segunda vía alargada está completamente dentro de un perímetro vertical definido por un borde interior y un borde exterior de la segunda placa metálica curvada.
- 45 4. El dispositivo inductor de la reivindicación 2, en el que la primera placa metálica curvada, la segunda placa metálica curvada y la tercera placa metálica curvada tienen forma de octágono y, preferentemente, tienen aproximadamente la misma longitud.
- 50 5. El dispositivo inductor de la reivindicación 2, en el que el dispositivo inductor comprende uno de entre un módulo de sección de entrada de radiofrecuencia, RF, un filtro o un amplificador de potencia, PA.
- 55 6. El dispositivo inductor de la reivindicación 2, que comprende además un sustrato sin núcleo entre la primera placa metálica curvada y la tercera placa metálica curvada y entre la tercera placa metálica curvada y la segunda placa metálica curvada.
- 60 7. El dispositivo inductor de la reivindicación 2, en el que el dispositivo inductor está incorporado en un dispositivo seleccionado de un grupo que comprende un reproductor de música, un reproductor de vídeo, una unidad de entretenimiento, un dispositivo de navegación, un dispositivo de comunicaciones, un dispositivo móvil, un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un asistente digital personal, un terminal de ubicación fija, una tableta electrónica, un ordenador, un dispositivo para llevar puesto, un ordenador portátil, un servidor, un dispositivo de automoción en un vehículo de automoción, un módulo de sección de entrada de RF, un filtro o un PA.
- 65 8. Un procedimiento (700) para formar un dispositivo inductor, que comprende las etapas de:
 - formar (702) una primera placa metálica curvada;

formar (704) una segunda placa metálica curvada debajo de y alineada de manera sustancialmente vertical con la primera placa metálica curvada;

5 formar (710) una tercera placa metálica curva coubicada entre la primera placa metálica curvada y la segunda placa metálica curvada;

10 formar (706) una primera vía alargada alineada verticalmente entre la primera placa metálica curvada y la tercera placa metálica curvada, donde la primera vía alargada está configurada para acoplar de manera conductiva la primera placa metálica curvada a la tercera placa metálica curvada y tiene una relación de aspecto de una longitud, medida en paralelo al plano de la placa, a una altura de la primera vía alargada de al menos aproximadamente 2 a 1, donde la longitud de la primera vía alargada sigue sustancialmente una curva de la primera placa metálica curvada y de la tercera placa metálica curvada; y formar (712) una segunda vía alargada alineada verticalmente entre la tercera placa metálica curvada y la segunda placa metálica curvada, donde la segunda vía alargada está configurada para acoplar de manera conductiva la tercera placa metálica curvada a la segunda placa metálica curvada y tiene una relación de aspecto de dicha longitud a dicha altura de al menos aproximadamente 2 a 1, donde la longitud de la segunda vía alargada sigue sustancialmente una curva de la tercera placa metálica curvada y de la segunda placa metálica curvada; en el que cada una de la primera placa metálica curvada, la segunda placa metálica curvada y la tercera placa metálica curvada consiste en múltiples capas de metal.

25 **9.** El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la primera vía alargada está completamente dentro de un perímetro vertical definido por un borde interior y un borde exterior de la primera placa metálica curvada y la segunda vía alargada está completamente dentro de un perímetro vertical definido por un borde interior y un borde exterior de la segunda placa metálica curvada.

30 **10.** El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la primera placa metálica curvada, la segunda placa metálica curvada y la tercera placa metálica curvada tienen forma de octágono.

11. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que el dispositivo inductor comprende uno de entre un módulo de sección de entrada de radiofrecuencia, RF, un filtro o un amplificador de potencia, PA.

35 **12.** El procedimiento de la reivindicación 8, que comprende además un sustrato sin núcleo entre la primera placa metálica curvada y la tercera placa metálica curvada y entre la tercera placa metálica curvada y la segunda placa metálica curvada.

40 **13.** Un medio no transitorio legible por ordenador que almacena código ejecutable por ordenador que, cuando se ejecuta, hace que una máquina realice las etapas de procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12.

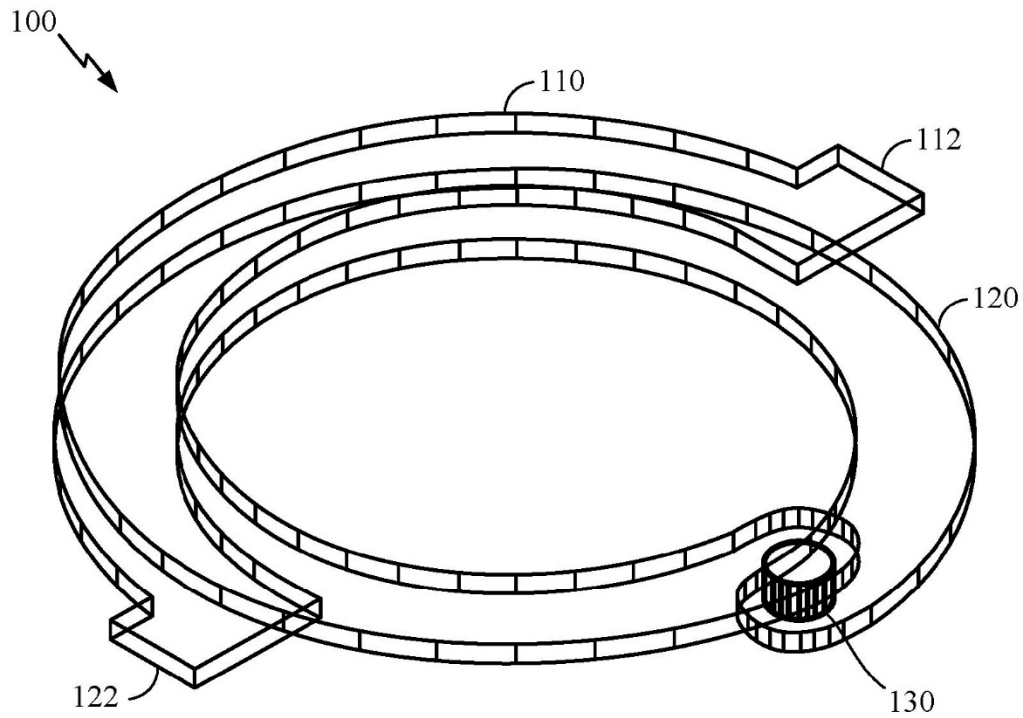


FIG. 1A
TÉCNICA ANTERIOR

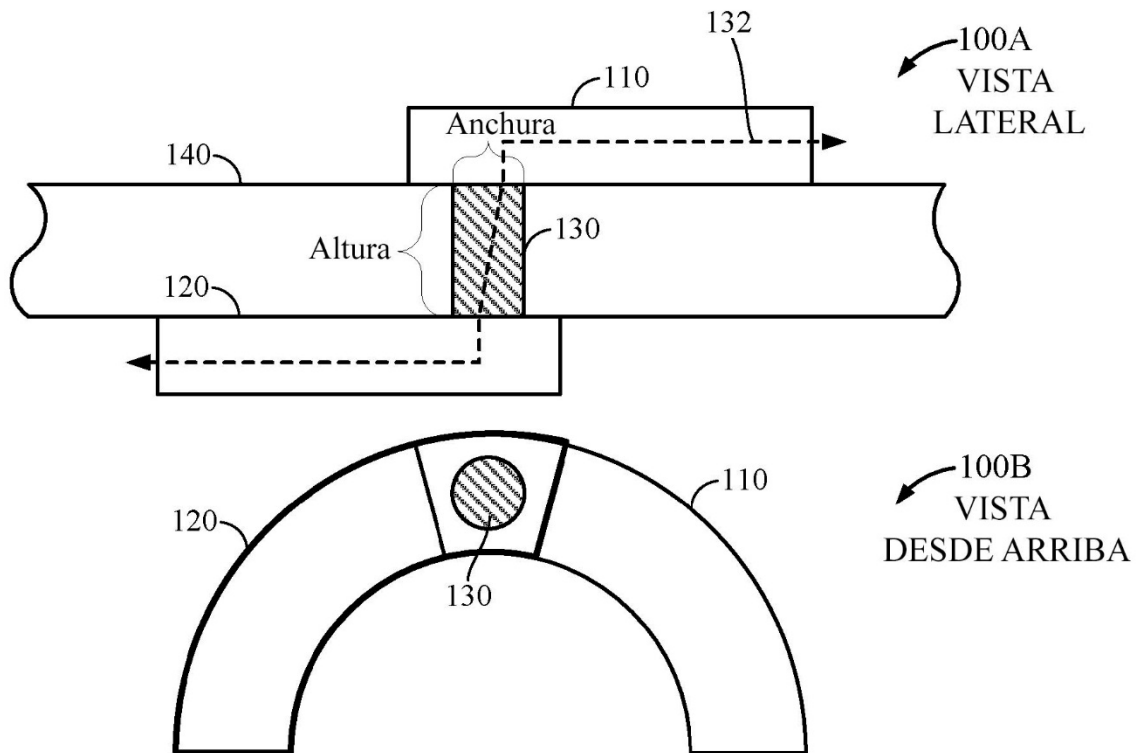


FIG. 1B

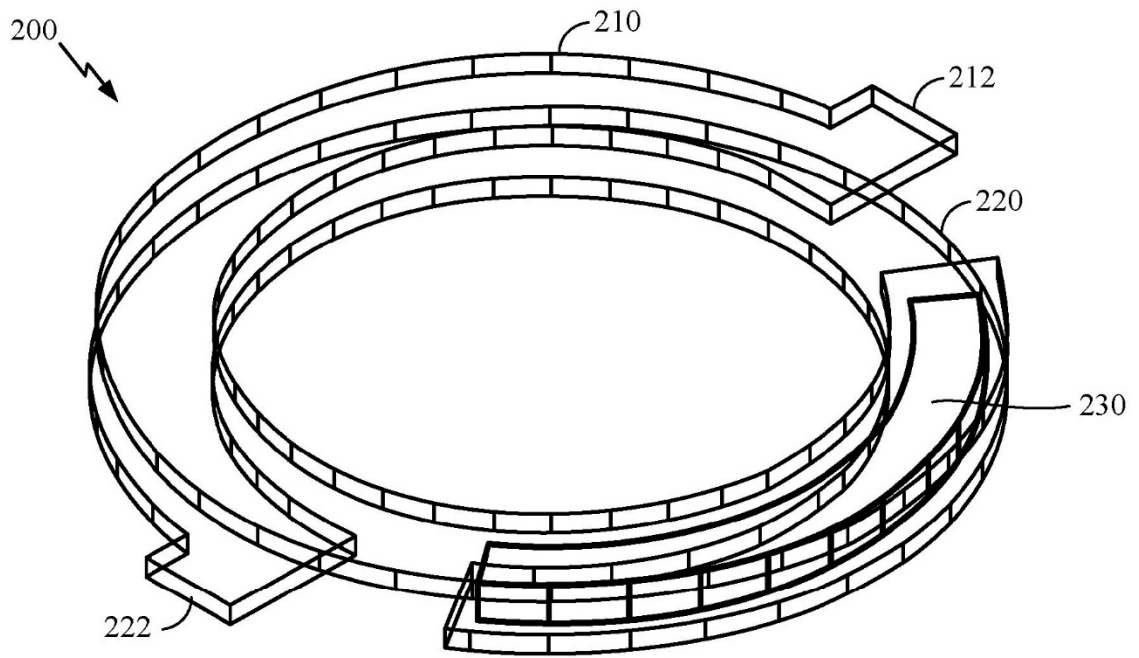


FIG. 2A

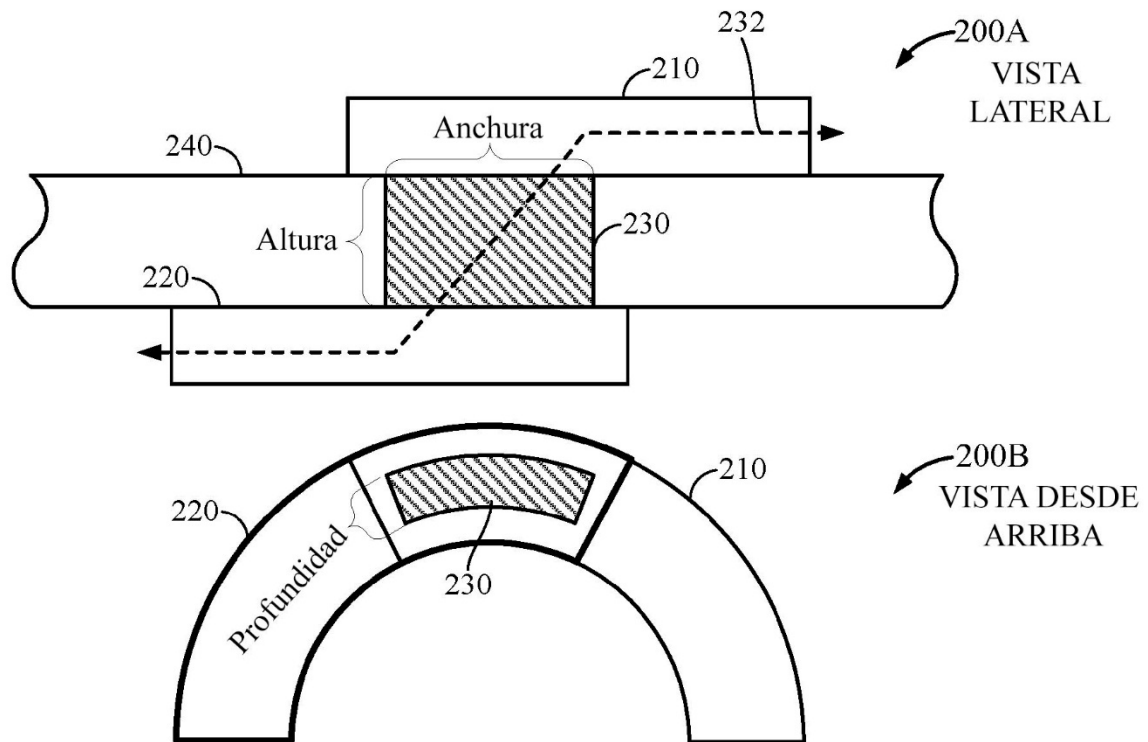


FIG. 2B

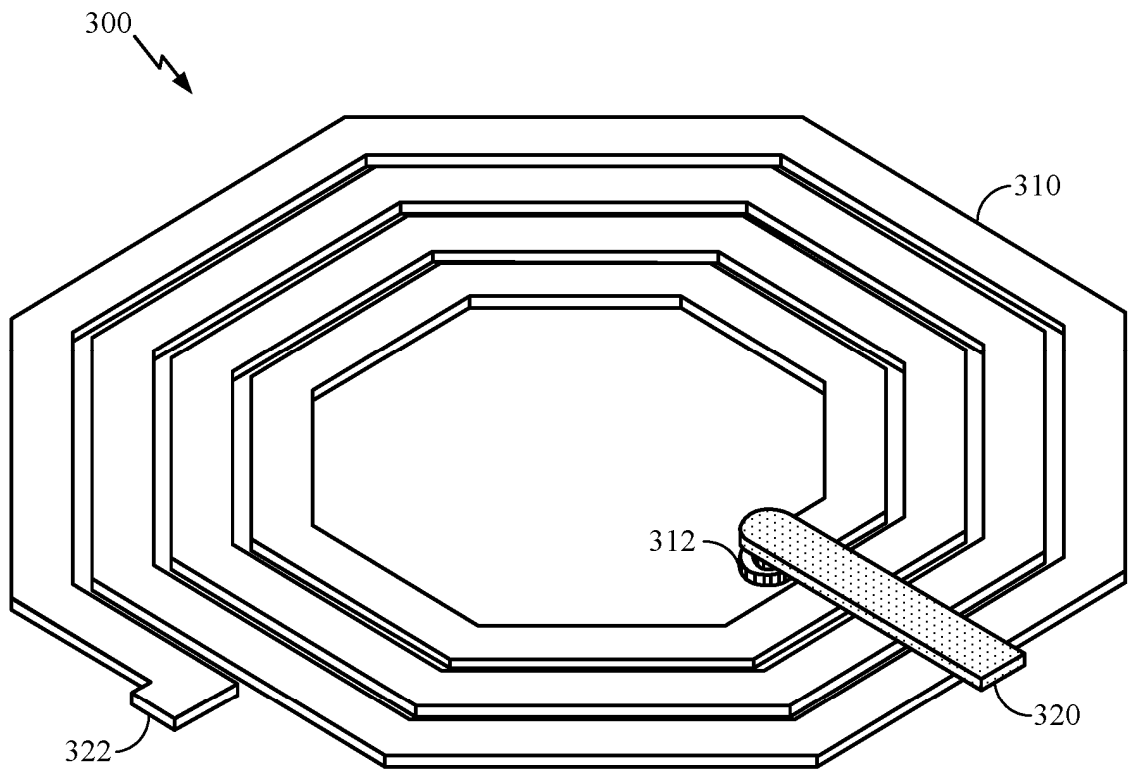


FIG. 3

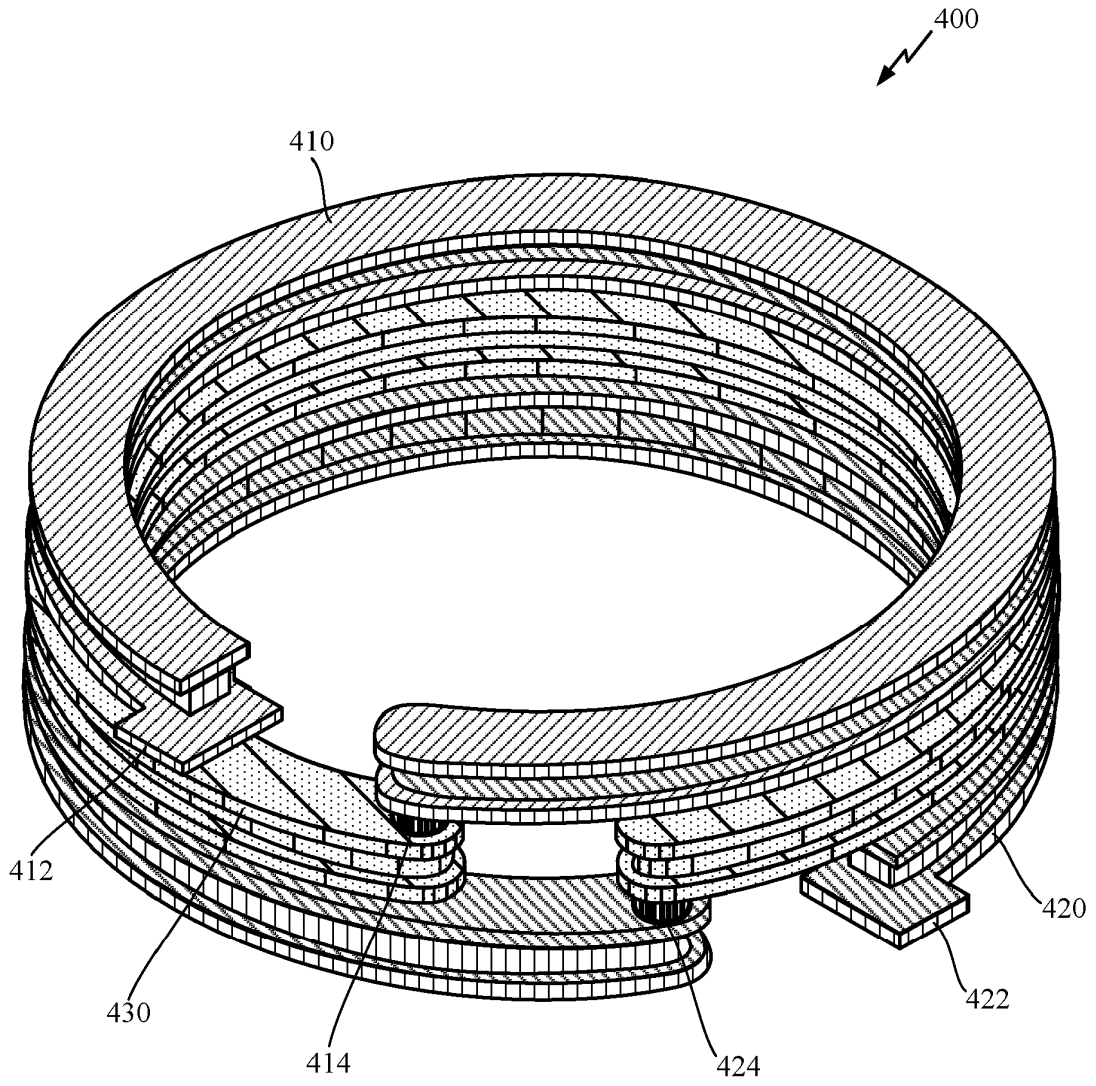


FIG. 4

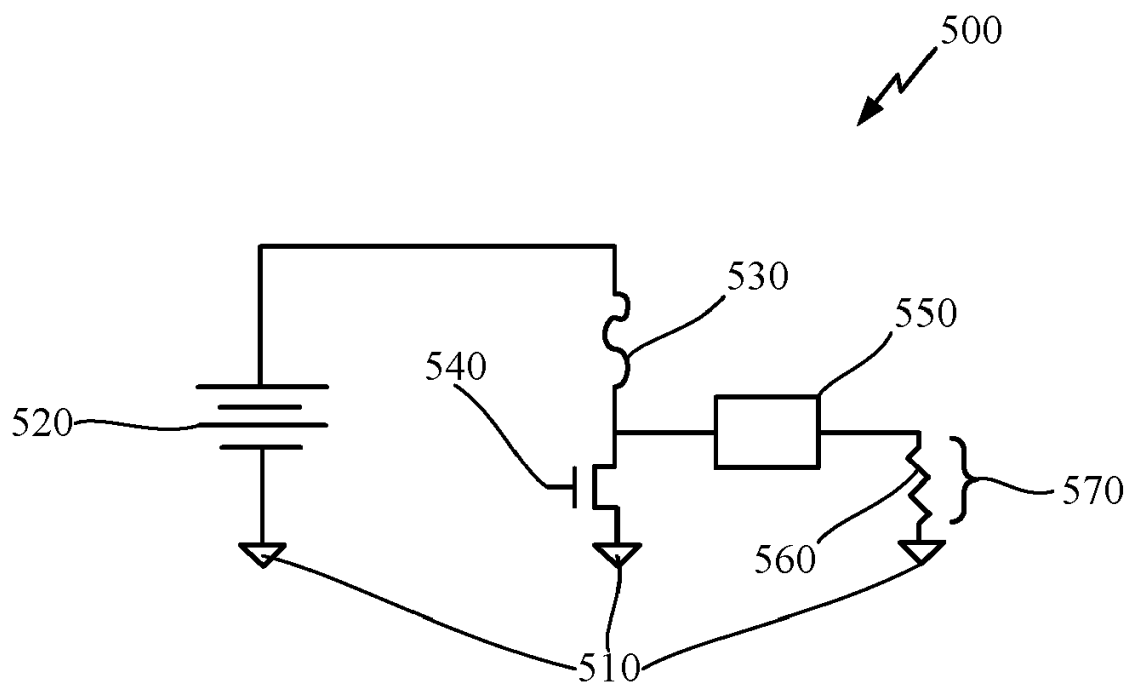


FIG. 5

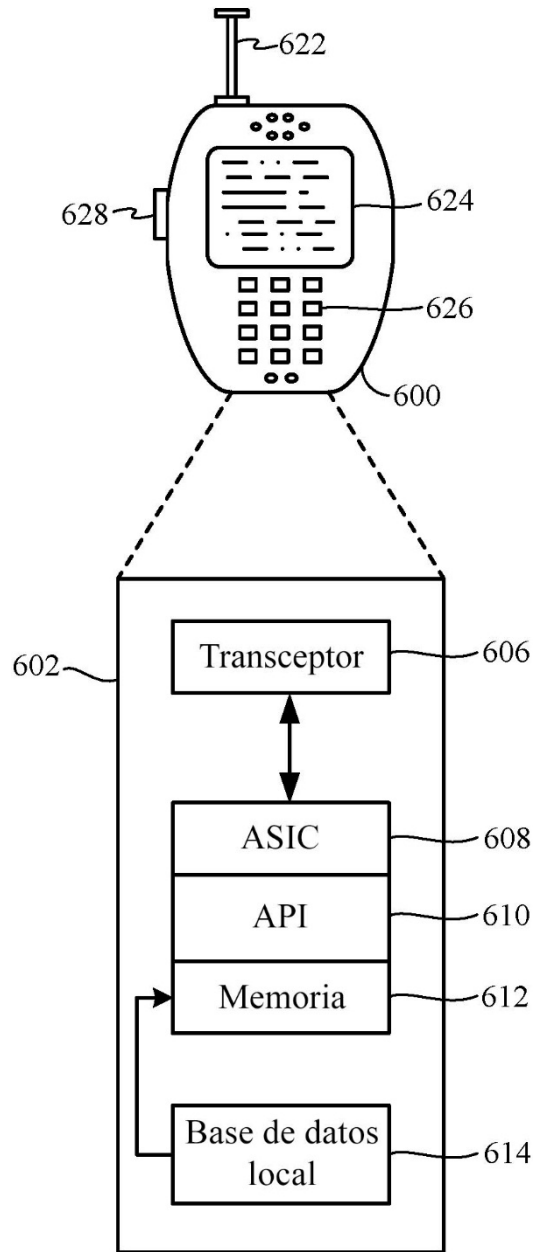


FIG. 6

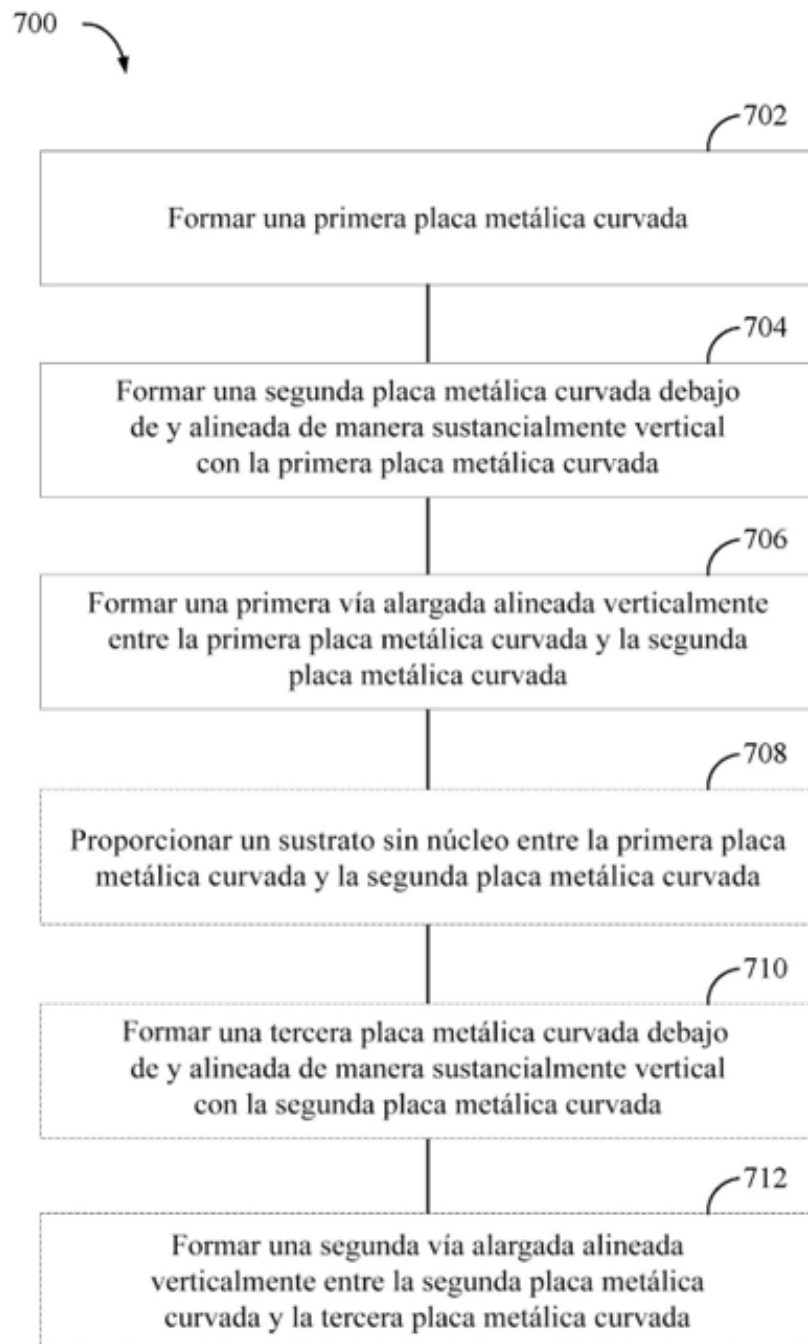


FIG. 7