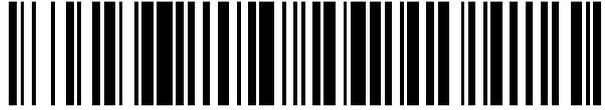


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 133**

51 Int. Cl.:

B60C 23/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2015 PCT/US2015/046521**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2016 WO16032948**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2015 E 15760334 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 3186098**

54 Título: **Enlace en bucle resonante de un sensor de presión de un neumático de aeronave**

30 Prioridad:

26.08.2014 US 201414469087

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

31.10.2018

73 Titular/es:

**ELDEC CORPORATION (100.0%)
16700 13th Avenue West
Lynnwood, Washington 98037, US**

72 Inventor/es:

**LAMPING, JEFF y
GONIODSKY, IGAL**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 688 133 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

Enlace en bucle resonante de un sensor de presión de un neumático de aeronave

5 Referencias cruzadas con solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica prioridad de la Solicitud no-provisional N° 14/469.087, presentada el 26 de agosto de 2014.

Antecedentes

La presente invención se refiere generalmente a sistemas de control de presión en neumáticos de vehículos y más particularmente a un sistema para transmitir energía a un sensor de presión en un neumático de aeronave desde una unidad de control asociada con un buje de neumático, y transmitir datos entre el sensor de presión en un neumático de aeronave y la unidad de control. La invención se refiere más específicamente a un enlace de comunicación entre un sensor de presión de neumático en una llanta de neumático y un transformador de eje del buje del neumático para comunicación con una electrónica de control, en particular para aeronaves.

Es de utilidad en una aeronave medir la presión de cada neumático con un sensor de presión de neumático en una llanta del neumático, y visualizar la información del sensor de presión del neumático en la cabina. Es necesario comunicar esta información desde el sensor de presión del neumático en la llanta del neumático a un transformador de eje del buje del neumático, desde el transformador de eje del buje del neumático a un circuito de interfaz electrónica ubicado en un compartimento de electrónica de la aeronave dentro de un contenedor presurizado, que normalmente está a una distancia de hasta 250 pies del sensor de presión del neumático, y luego desde el compartimento de electrónica hasta la cabina.

Un sistema de presión en neumáticos conocido utiliza un par de bobinas de transformador para la comunicación entre una bobina principal y una secundaria en el eje del neumático. Estos transformadores son coaxiales y enfrentados entre sí. Una longitud de cable conectado a la bobina secundaria del par de transformador está conectada directamente al sensor de presión del neumático que se encuentra en la periferia de la llanta del neumático. Otro dispositivo conocido para mejorar el acoplamiento magnético en un sistema de comunicación inalámbrico RFID incluye una primera y segunda bobinas de antena conectadas entre sí por medio de conectores eléctricos en bucle cerrado y sobre un sustrato flexible que se puede doblar alrededor de un bloqueador de flujo magnético para evitar interferencias magnéticas del bloqueador de flujo magnético.

Sin embargo, es deseable proporcionar comunicación entre un buje de neumático de aeronave y un sensor de presión en el neumático que se encuentra en la llanta del neumático a una distancia de hasta nueve pulgadas de distancia con respecto al buje del neumático sin utilizar conexiones eléctricas que pueden ser poco fiables y se pueden romper fácilmente en un entorno severo para el neumático de aeronave. Por lo tanto, es deseable proporcionar un procedimiento de comunicación sin contacto entre un buje de neumático de aeronave y un sensor de presión en el neumático situado en la llanta del neumático que no requiera conexiones eléctricas o una longitud de cable para comunicación entre el buje del neumático y el sensor de presión en el neumático.

También se conoce un extensor de alcance de antena acoplado magnéticamente que está estructurado para interponerse entre una antena de RF y un dispositivo electrónico a entre 0,5 y 5 centímetros de la antena de RF o del dispositivo electrónico, para extender el alcance operativo de comunicación entre la antena de RF y el dispositivo electrónico. El extensor de alcance de antena incluye un circuito de resonancia sintonizado de serie pasiva que debe ser sintonizado para resonar sustancialmente a la frecuencia de una señal de RF emitida por la antena de RF. El bucle resonante sintonizado de serie pasiva puede estar formado por una bobina de bucle abierto de un conductor eléctrico, con un condensador conectado en serie y que completa el circuito. Sin embargo, se ha descubierto que se puede inducir una intensidad electromotriz en dicho circuito a causa de un flujo magnético disperso que puede generar una corriente eléctrica que puede interferir con una señal deseada que se está transmitiendo.

También se conoce un dispositivo pasivo de transmisión por radiofrecuencia para aumentar la eficacia de transmisión en sistemas de radiofrecuencia, que incluye una antena de transmisión, una antena de recepción y uno o más circuitos resonantes pasivos situados entre las antenas de transmisión y de recepción.

El documento WO2013149187A1 describe un enlace en bucle de presión de un neumático de aeronave para acoplar electromagnéticamente un campo magnético entre una bobina transceptora electromagnética de un eje del neumático y una bobina receptora de un sensor de presión en el neumático distanciada de la bobina transceptora electromagnética del eje del neumático para alimentar un sensor de presión en el neumático de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El documento US4389884A divulga un sistema remoto para indicar la presión del neumático para su uso en combinación con un transductor de presión que está dispuesto dentro de una rueda neumática.

El documento US2008084331A1 describe un equipo de extremo de eje para un vehículo, en particular una aeronave, comprendiendo el equipo una parte estacionaria para asegurarlo al eje y una parte giratoria para asegurarlo al neumático soportado/sostenido por el eje.

- 5 Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de reducir el coste del dispositivo que enlaza las dos bobinas, y de reducir la complejidad del dispositivo que enlaza el campo magnético, de manera que se evite la generación de interferencias de señal, el uso de conexiones eléctricas no fiables, y el uso de cables para las conexiones eléctricas, que se pueden romper fácilmente en un entorno severo para el neumático de aeronave.
- 10 Sería deseable proporcionar dicho sistema que minimice el uso de conexiones eléctricas directas o una longitud de cable para comunicar información del sensor de presión en neumático entre una bobina de buje del neumático y un sensor de presión del neumático en el borde de una llanta del neumático desde una tarjeta de circuito de interfaz electrónica que se encuentra a una distancia de hasta 250 pies (76,2 m) del neumático. Sería deseable que dicho sistema no requiriera más de una sola vuelta de lámina estampada para acoplar un flujo magnético suficiente para alimentar y comunicarse con una bobina receptora del sensor de presión en el neumático. Sería deseable que dicho sistema fuera sustancialmente simétrico, con una disposición coaxial de un par de bobinas de transformador del eje para evitar la interferencia del eje de la aeronave y la vibración del neumático. También sería deseable que dicho sistema permitiera la colocación de una tarjeta de circuito de interfaz electrónica sensible a una distancia suficiente del eje de la aeronave y la vibración del neumático en un entorno favorable del compartimento de electrónica de la aeronave, normalmente dentro de un contenedor presurizado y con temperatura controlada, por ejemplo.

25 Sería deseable para dicho sistema que proporcionara una comunicación y transferencia de energía a través de un campo magnético que acopla el sensor de presión en el neumático y la bobina del eje del neumático. Sería deseable que dicho sistema fuera un enlace resonante que requiriera un solo valor de capacitancia para un condensador de sintonización resonante, para permitir que dicho sistema funcione con hasta 250 pies de cableado de aeronave, de modo que la tarjeta de interfaz electrónica pudiera funcionar con cualquier tamaño de aeronave o configuraciones de neumáticos. La presente invención satisface estas y otras necesidades.

Resumen de la invención

30 Brevemente y en términos generales, la invención proporciona un conjunto de enlace en bucle resonante para una aeronave para acoplar electromagnéticamente un campo magnético entre una bobina principal de transformador adaptador electromagnético del eje de un neumático y una bobina receptora de un sensor de presión en neumático que no usa conexiones eléctricas no fiables y no usa cables que, de lo contrario, son propensos a romperse en un entorno severo para el neumático de aeronave.

35 Por consiguiente, la presente invención proporciona un conjunto de enlace en bucle resonante para una aeronave para el acoplamiento electromagnético de un campo magnético entre una bobina principal de transformador adaptador electromagnético del eje de un neumático y una bobina receptora de un sensor de presión en neumático distanciada de la bobina principal del transformador adaptador electromagnético del eje del neumático para alimentar un sensor de presión en el neumático. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave incluye un primer brazo de conexión conductor de electricidad, un segundo brazo de conexión conductor de electricidad distanciado del primer brazo de conexión conductor de electricidad, un bucle principal único conductor de electricidad conectado eléctricamente a unos primeros extremos del primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad. En un aspecto preferido actualmente, el primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad son paralelos. En otro aspecto preferido actualmente, el primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad están separados por un pequeño espacio. En otro aspecto preferido actualmente, el primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad son rígidos. En otro aspecto preferido actualmente, el primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad están formados cada uno por una pluralidad de secciones escalonadas. En otro aspecto preferido actualmente, el primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad están hechos de metal, y preferiblemente de un metal que tiene baja permeabilidad magnética, tal como aluminio o titanio, por ejemplo.

55 En otro aspecto preferido actualmente, el bucle principal único conductor de electricidad está configurado para ser montado adyacente a una bobina secundaria del sensor de presión en el neumático. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave también incluye un circuito que incluye al menos un condensador de sintonización resonante y una bobina secundaria que incluye al menos un bucle conductor de electricidad conectado eléctricamente a unos segundos extremos del primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad. Los segundos extremos del primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad están conectados en serie al circuito, y la bobina secundaria está configurada preferiblemente para ser montada adyacente a una bobina principal de transformador adaptador electromagnético del eje del neumático. En otro aspecto preferido actualmente, el al menos un bucle conductor de electricidad de la bobina secundaria puede estar formado por dos bucles conductores o tres bucles conductores, por ejemplo, y el al menos un bucle conductor de electricidad de la bobina secundaria puede estar hecho de metal.

En otro aspecto preferido actualmente, el primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad están conectados eléctricamente entre el bucle principal único conductor de electricidad y la bobina secundaria. En otro aspecto preferido actualmente, el primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad están configurados para transmitir corriente generada en la bobina secundaria desde la bobina principal del transformador adaptador electromagnético del eje del neumático a la bobina secundaria, y el primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad están configurados para transmitir corriente inducida en el bucle principal una distancia predeterminada desde la bobina principal del transformador adaptador electromagnético del eje del neumático a la bobina secundaria, para generar un flujo en la bobina receptora del sensor de presión en el neumático para alimentar un sensor de presión en el neumático.

En otro aspecto preferido actualmente, el bucle principal conductor de electricidad está hecho de metal. En otro aspecto preferido actualmente, el bucle principal conductor de electricidad y la bobina secundaria del sensor de presión en el neumático forman un par de bobinas del sensor de presión en el neumático, y el par de bobinas del sensor de presión en el neumático incluye preferiblemente un núcleo de transformador dispuesto entre el bucle principal conductor de electricidad y la bobina secundaria del sensor de presión en el neumático. En otro aspecto preferido actualmente, el núcleo del transformador está hecho de material magnéticamente permeable.

En otro aspecto preferido actualmente, el al menos un bucle conductor de electricidad de la bobina secundaria y la bobina principal del transformador adaptador electromagnético del eje del neumático forman en conjunto un par de bobinas resonantes, y el par de bobinas resonantes está conectado eléctricamente con una unidad electrónica de control. En otro aspecto preferido actualmente, un núcleo de transformador está dispuesto en el par de bobinas resonantes entre el al menos un bucle conductor de electricidad de la bobina secundaria y la bobina principal del transformador adaptador electromagnético del eje del neumático. El núcleo del transformador dispuesto en el par de bobinas resonantes está hecho preferentemente de material magnéticamente permeable.

Estos y otros aspectos y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, que ilustran las características de la invención a modo de ejemplo.

30 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de un enlace de flujo de metal multicapa y laminado altamente permeable.

La figura 2A muestra vistas parciales que ilustran el montaje del enlace de flujo de la figura 1 en un neumático de aeronave que conecta electromagnéticamente un buje del neumático con un sensor de presión en el neumático.

La figura 2B muestra vistas parciales que ilustran el montaje del enlace de flujo de la figura 1 en otro neumático de aeronave que conecta electromagnéticamente un buje del neumático con un sensor de presión en el neumático.

La figura 3 es una vista en perspectiva de un enlace en bucle de presión del neumático de aeronave descrito en este documento.

La figura 4 es una vista en perspectiva que ilustra el montaje del enlace en bucle de presión del neumático de aeronave de la figura 3 en un neumático de aeronave, que conecta electromagnéticamente un buje del neumático con un sensor de presión en el neumático.

La figura 5 es otra vista en perspectiva similar a la figura 4, que ilustra el montaje del enlace en bucle de presión del neumático de aeronave de la figura 3 en un neumático de aeronave, que conecta electromagnéticamente un buje del neumático con un sensor de presión en el neumático.

La figura 6 es otra vista en perspectiva similar a la figura 4, que ilustra el montaje del enlace en bucle de presión en el neumático de aeronave de la figura 3 en un neumático de aeronave, que conecta electromagnéticamente un buje del neumático con un sensor de presión en el neumático.

La figura 7 es una vista en perspectiva frontal del enlace en bucle de presión en el neumático de aeronave de la figura 3.

La figura 8 es un diagrama esquemático funcional del enlace en bucle de presión en el neumático de aeronave de la figura 3 montado en un neumático de aeronave, que ilustra los principios de funcionamiento del enlace en bucle de presión en el neumático de aeronave.

La figura 9 es un diagrama esquemático funcional de un conjunto de enlace en bucle resonante de aeronave según la presente invención.

La figura 10 es una vista en perspectiva superior del enlace en bucle rígido que incluye un primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad del conjunto de enlace en bucle resonante de aeronave de la figura 9.

La figura 11 es una vista en perspectiva de una parte del conjunto de enlace en bucle resonante de aeronave de la figura 9.

La figura 12 es una vista superior en perspectiva de una parte del conjunto de enlace en bucle resonante de aeronave de la figura 9.

10 La figura 13 es una vista en sección transversal de una variación del conjunto de enlace en bucle resonante de aeronave de la figura 9.

La figura 14 es una vista en perspectiva del conjunto de enlace en bucle resonante de aeronave de la figura 13.

15 Descripción detallada de formas de realización preferidas

Mientras que se han utilizado una primera y segunda bobinas de transformador para comunicar un sensor de neumático y un eje de neumático para transmitir información de presión en el neumático a través del eje del neumático, con una longitud de cable que conecta la bobina secundaria directamente con el sensor de presión en el neumático, se ha demostrado que esto es poco fiable en la comunicación entre un buje de neumático de aeronave y un sensor de presión en el neumático ubicado en la llanta del neumático a una distancia de hasta nueve pulgadas del buje del neumático según se requiere, debido especialmente a conexiones eléctricas que pueden ser poco fiables y se pueden romper fácilmente en un entorno severo para el neumático de aeronave.

Se desarrolló un sistema monitor de la presión en neumático en el que una unidad electrónica situada en el buje del neumático se comunica con un sensor de presión del neumático cerca de la llanta del neumático usando un campo magnético. Una bobina centrada en el eje del neumático y ubicada en el buje del neumático produce el campo magnético. Este campo magnético se puede acoplar a una bobina receptora del sensor de presión del neumático usando una longitud de una estructura multicapa y laminada de metal fino altamente permeable para acoplar el flujo desde el borde de la bobina del buje del neumático hacia fuera la periferia de la llanta del neumático donde está ubicada la bobina receptora del sensor de presión en el neumático. La información se puede transferir hacia y desde el sensor de presión del neumático a través de este campo magnético que acopla las dos bobinas. Sin embargo, la alta permeabilidad del enlace de flujo de metal acopla una fracción del flujo total fuera de la longitud del material y en la bobina del sensor de presión del neumático. La comunicación no es posible usando solo este campo magnético porque la intensidad del campo magnético no es lo suficientemente fuerte como para activar el sensor de presión del neumático.

Un procedimiento para aumentar la intensidad del campo magnético es insertar un dispositivo de acoplamiento de campo magnético entre el borde de la bobina del buje del neumático y la bobina del sensor de presión en el neumático. Un enfoque para mejorar el campo magnético acoplado es captar el flujo con una tira de metal magnético altamente permeable. Esta tira se puede denominar un enlace de flujo, y se muestra en la figura 1. En la figura 2A se muestra un diagrama del enlace de flujo instalado en un neumático de aeronave Messier-Bugatti, y en la figura 2B se muestra un diagrama del enlace de flujo instalado en un neumático de aeronave Goodrich. La tira de metal magnético permeable acopla el flujo aproximadamente cuatro pulgadas hacia abajo del enlace de flujo al cuerpo del sensor de presión del neumático. El cuerpo permeable del sensor de presión del neumático acopla además el flujo hacia arriba a través de la bobina receptora del sensor de presión en el neumático. Debido a que la frecuencia de operación es tan alta (135 KHz), el objeto metálico permeable debe ser de muchas capas de un material magnético muy fino (0,004 pulgadas, 0,1016 mm) para que las pérdidas causadas por corrientes parásitas se mantengan bajas. Una implementación del diseño requirió 10 capas aisladas del material magnético fino y altamente permeable. El uso de dicho número tan grande de capas de materiales magnéticos tan finos y altamente permeables da como resultado una alta complejidad y un alto coste para proporcionar una intensidad suficiente de campo magnético para permitir la transferencia de información hacia y desde el sensor de presión del neumático a través de dicho acoplamiento de campo magnético.

Un sistema monitor de la presión en el neumático para transferir magnéticamente un campo magnético del buje del neumático a través de una estructura multicapa y laminada de metal fino altamente permeable normalmente solo acopla una fracción del flujo magnético en la distancia entre una bobina del eje del neumático y una bobina del sensor de presión en el neumático, y normalmente no es lo bastante fuerte como para activar suficientemente un sensor de presión del neumático con fines de comunicación de información desde el sensor del neumático, debido a la baja intensidad del campo magnético disponible; y un sistema similar que utiliza un enlace de flujo de metal magnético altamente permeable que utiliza muchas capas de materiales magnéticos finos y altamente permeables resulta en una alta complejidad y costes de producción.

Por consiguiente, en una forma de realización, la presente invención proporciona un procedimiento y sistema mejorados para acoplar un campo magnético entre una bobina de buje del neumático y una bobina de sensor de presión en el neumático que reduce el coste del dispositivo que enlaza las dos bobinas, y reduce la complejidad del dispositivo que enlaza el campo magnético, sin utilizar conexiones eléctricas poco fiables ni cables que se pueden romper fácilmente en un entorno severo para el neumático de la aeronave. Un ejemplo del enlace en bucle de presión en un neumático de aeronave de la invención se ilustra en las figuras 3 – 8.

La invención es ventajosa en el sentido que no utiliza un par de cables para conectar eléctricamente la bobina del eje del neumático con la bobina receptora del sensor de presión en el neumático. El enlace en bucle de presión del neumático de aeronave 10 de la invención está formado normalmente como un primer bucle (o bucle principal) único de metal rígido 12, un par rígido de brazos de conexión conductores de electricidad 14 distanciados, que normalmente incluyen unos ejes de metal paralelos distanciados 15, 16, y un segundo bucle (o bucle secundario) único de metal rígido 18. Los ejes metálicos paralelos distanciados están preferiblemente poco separados con un pequeño espacio entre ellos, para minimizar su área de bucle. El par de brazos de conexión conductores de electricidad distanciados está conectado eléctricamente de manera rígida entre el primer bucle o bucle principal metálico único y el segundo bucle o bucle secundario metálico único. Como se ilustra en la figura 3, el eje 15 del par de brazos de conexión conductores de electricidad distanciados está conectado eléctricamente de forma rígida entre una primera parte 21 del primer bucle o bucle principal metálico único 12 y una primera parte 23 del segundo bucle o bucle secundario metálico único 18, y el eje 16 está conectado eléctricamente de forma rígida entre una segunda parte 25 del primer bucle o bucle principal metálico único 12 y una segunda parte 27 del segundo bucle o bucle secundario metálico único 18. El primer bucle o bucle principal metálico único está configurado para ser montado adyacente a una bobina controladora del transceptor electromagnético 20, ilustrada en la figura 8, de un eje del neumático 22, y el segundo bucle o bucle secundario metálico único está configurado para ser montado adyacente a una bobina del transceptor del sensor de presión del neumático 24. La corriente inducida en el primer bucle o bucle principal metálico único recorre la distancia desde el borde 26 de la bobina controladora del transceptor del eje del neumático hasta la periferia 28 de la llanta del neumático 30 hasta el segundo bucle o bucle secundario metálico único, que genera el flujo en la bobina receptora del sensor de presión del neumático necesario para alimentar un sensor de presión del neumático 32.

El enlace en bucle de presión en neumático de aeronave de la invención puede hacerse de una variedad de materiales metálicos, tales como metales de baja permeabilidad magnética, que incluyen aluminio o titanio, por ejemplo, que están fácilmente disponibles, y no es necesario utilizar una metal de alta permeabilidad magnética para acoplar el flujo en la distancia necesaria. El par de brazos de conexión conductores de electricidad distanciados puede hacerse de cualquier longitud deseable sin pérdida de potencia de acoplamiento entre una bobina controladora del transceptor electromagnético del eje del neumático y una bobina del transceptor del sensor de presión del neumático. El flujo es enlazado en una vuelta de un bucle de metal y la corriente inducida en el bucle recorre la distancia desde el borde de la bobina del eje del neumático hasta la periferia de la llanta del neumático, donde el segundo bucle metálico único genera el flujo en la bobina receptora del sensor de presión del neumático. El enlace en bucle de presión en neumático de aeronave de la invención proporciona ventajosamente una conexión de recorrido de señal electromagnética de baja impedancia entre una bobina controladora del transceptor electromagnético del eje del neumático y una bobina del transceptor del sensor de presión del neumático, de modo que no se requiere un aislamiento eléctrico en el par de brazos de conexión del enlace en bucle. Además, el enlace en bucle de presión en el neumático de aeronave de la invención proporciona ventajosamente una conexión de recorrido de señal electromagnética de baja tensión entre la bobina controladora del transceptor electromagnético del eje del neumático y la bobina del transceptor del sensor de presión en el neumático, de modo que el enlace en bucle no es una fuente de radiación de campo eléctrico y no es sensible a interferencias del campo eléctrico. El enlace en bucle de presión en el neumático de aeronave de la invención también puede tener normalmente la ventaja de ser una parte estructural intrínsecamente rígida y auto-sostenida, que no requiere ningún medio adicional de sostén o soporte.

La figura 7 muestra un dibujo del enlace en bucle de la presente invención. El elemento 40 es un remache de aluminio. El elemento 42 indica un miembro insertable colector de flujo magnético altamente permeable normalmente conectado eléctricamente y pegado al primer bucle o bucle principal metálico único, tal como por medio de remaches de aluminio, por ejemplo. El elemento 44 es una pieza de lámina metálica de aluminio doblada en forma. El elemento insertable colector de flujo magnético 42 proporciona un medio para captar un flujo magnético incidente procedente de la bobina controladora del transceptor electromagnético del eje del neumático y luego concentrar y dirigir ese flujo magnético a través de un área 46 de una parte central del área de sección transversal encerrada por el primer bucle o bucle principal metálico único superior 12. Esto mejora mucho la eficacia de acoplamiento del enlace en bucle de la invención, permitiendo que una mayor parte del flujo de la bobina controladora del transceptor electromagnético del eje del neumático pase a través del primer bucle o bucle principal metálico único como si el primer bucle o bucle principal metálico único fuera físicamente mucho más grande. El elemento insertable colector de flujo magnético 42 está hecho normalmente de un metal magnético altamente permeable, tal como una aleación

de níquel-hierro-molibdeno vendida bajo la marca comercial HYMU-80, o una aleación magnética de níquel-hierro vendida bajo la marca comercial PERMALLOY.

La figura 8 muestra un diagrama funcional esquemático del enlace en bucle de la presente invención. La bobina controladora del transceptor electromagnético 20 es excitada con una corriente alterna, I_C , normalmente a una frecuencia con cualquier banda de frecuencia de RFID deseada. La corriente I_C se muestra fluyendo hacia fuera del papel. Se produce un campo magnético que rodea la bobina controladora del transceptor electromagnético 20 y que se muestra mediante unas líneas de flujo 48. Parte de este campo magnético 48 es acoplado por el metal magnético altamente permeable del elemento insertable colector de flujo magnético 42 y que se muestra mediante las líneas de flujo 50, 52 y 54. El flujo se acopla a través del área de sección transversal 46 del primer bucle o bucle principal superior 12, según se muestra en la figura 7. Este flujo sinusoidal induce una corriente (I_L) en el par de aluminio de brazos de conexión conductores de electricidad distanciados 14 formados por el primer y segundo ejes metálicos paralelos distanciados, elementos 15, 16. La corriente I_L fluye hacia abajo por el par de brazos de conexión conductores de electricidad distanciados 14 hacia un segundo bucle o bucle secundario único inferior más pequeño 18, y retorna a través del par de brazos de conexión conductores de electricidad distanciados 14 al primer bucle o bucle principal metálico único superior más grande 12. En el segundo bucle o bucle secundario único inferior más pequeño 18, la corriente sinusoidal genera un campo magnético mostrado como la línea de flujo 56 que excita el sensor de presión del neumático 24 ubicado en ese campo.

La física involucrada es determinada por la Ley circuital de Ampère. La circulación de la intensidad del campo magnético alrededor de cualquier recorrido cerrado es igual a la corriente libre que fluye a través de la superficie limitada por el recorrido. El recorrido cerrado es el par de brazos de conexión conductores de electricidad distanciados 14 formados por los ejes metálicos de aluminio paralelos distanciados 15, 16. Si un campo magnético es conducido a través del área de sección transversal encerrada por el primer bucle o bucle principal metálico único superior más grande 12, entonces se induce una corriente en el primer bucle o bucle principal metálico único superior más grande 12. El flujo es conducido a través del área del bucle acoplándose a lo largo de la superficie del metal magnético permeable, elemento 42. El campo magnético se puede acoplar directamente al área de la sección transversal del bucle sin el uso del metal permeable. Sin embargo, el metal magnético permeable aumenta la cantidad de flujo que se puede enlazar en el área de sección transversal del bucle superior. El flujo acoplado recorre la superficie del metal magnético permeable y sale en la parte inferior del bucle superior, mostrándose como la línea de flujo 58.

En el bucle superior, la ley circuital de Ampère aplica a la corriente I_L y al campo magnético acoplado a través del área de bucle (ver la figura 7, área 46). El campo magnético atraviesa el área 46 e induce una corriente en el primer bucle o bucle principal metálico único superior 12 que encierra el área 46 a través de las siguientes ecuaciones:

$$\oint_C (\nabla \times H) \cdot ds = \int_S J \cdot dS$$

$$\oint_C (\nabla \times H) \cdot ds = I_L$$

El campo magnético H es el campo perpendicular al área de la sección transversal 46, que se muestra en las figuras 7 y 8. La integral de este campo magnético se debe calcular numéricamente porque el campo H no es constante en el recorrido cerrado que rodea el bucle de corriente I_L . La ecuación muestra la teoría general de funcionamiento del enlace en bucle. Esta ecuación muestra que el enlace de campo magnético en el área de sección transversal rodeada por el par de aluminio de brazos de conexión conductores de electricidad distanciados 14 produce una corriente I_L en el par de brazos de conexión conductores de electricidad distanciados 14.

No se necesitan conexiones eléctricas entre el sensor de presión del neumático y la bobina del buje del neumático. Por lo tanto, utiliza un procedimiento más fiable para comunicarse con el sensor de presión en el neumático. La simplicidad del diseño hace que sea mucho más fácil de producir. El diseño también tiene un coste menor. El diseño también se puede fortalecer usando una lámina más gruesa para que pueda soportar un entorno severo para el neumático de la aeronave. El diseño es sin contacto ya que el dispositivo de acoplamiento no entra en contacto con la bobina del buje del neumático.

El enlace en bucle se ha demostrado con éxito en media llanta de neumático principal de un 787 en un acoplamiento del laboratorio *Crane Aerospace & Electronics* entre el sensor de presión de un neumático 83-202-01 y el concentrador de datos remotos de un eje 142-12922 en Lynnwood, Washington.

Con referencia a las figuras 9 – 14, en otra forma de realización actualmente preferida, la presente invención proporciona un conjunto de enlace en bucle resonante 110 que incluye un enlace en bucle rígido 112 con un par

rígido de brazos o ejes de conexión conductores eléctricos distanciados 114, que incluyen unos brazos o ejes de metal paralelos distanciados 116, 118, según se muestra en las figuras 9 y 10. El primer brazo o eje está formado normalmente por una pluralidad de secciones o segmentos escalonados 116a, b, c, d, e, y el segundo brazo o eje también está formado normalmente por una pluralidad de correspondientes secciones o segmentos escalonados 5 118a, b, c, d, e, como se explicará con más detalle a continuación. Los brazos o ejes metálicos paralelos distanciados están preferiblemente poco distanciados, separados por un pequeño espacio 120. El primer brazo o eje incluye un primer extremo 122 y un segundo extremo 124, y el segundo brazo o eje incluye un primer extremo 126 y un segundo extremo 128. Los primeros extremos del primer y segundo ejes se extienden preferiblemente para formar y estar eléctricamente conectados a un bucle principal metálico único 130, normalmente una única vuelta o 10 bucle, que puede ser un estampado de una lámina metálica, por ejemplo, y que normalmente es retenido en un soporte 132, ilustrado en la figura 12.

En referencia de nuevo a la figura 9, el bucle principal metálico único está configurado preferiblemente para ser montado adyacente y en estrecha proximidad a una bobina secundaria del sensor de presión del neumático 134 que 15 está conectada eléctricamente a un sensor de presión del neumático 136 por medio de unos conectores eléctricos 138, tal como cables, por ejemplo. Un núcleo de transformador 140 está dispuesto preferiblemente entre el bucle principal metálico único y la bobina secundaria del sensor de presión en el neumático, y está hecho preferiblemente de material permeable que aumenta el coeficiente de acoplamiento entre el bucle principal metálico único y la bobina secundaria del sensor de presión del neumático, y también preferiblemente es coaxial con el bucle principal metálico 20 único y la bobina secundaria del sensor de presión en el neumático.

Los segundos extremos del primer y segundo brazos o ejes están preferiblemente conectados eléctricamente con un bucle resonante sintonizado 142 que incluye al menos un condensador de sintonización resonante en serie 144 y una bobina secundaria del tapa-bujes 146 que está formada preferiblemente por una, dos o tres vueltas o bucles, y 25 que preferiblemente está configurada para girar con el neumático. Mientras que para fines de fabricación, actualmente se prefiere formar la bobina secundaria del tapa-bujes con 1 vuelta o bucle, se ha determinado que el mejor rendimiento de activación del sensor de presión del neumático se produce cuando la bobina secundaria del tapa-bujes se proporciona con 2 vueltas o bucles.

Las una o más vueltas o bucles de la bobina secundaria del tapa-bujes están dispuestas preferiblemente adyacentes a una bobina principal del transformador adaptador del eje 148, y la bobina secundaria del tapa-bujes y la bobina principal del transformador adaptador del eje forman conjuntamente un par de bobinas resonantes coaxiales 150, con un vacío o hueco radial 152 entre la bobina secundaria del tapa-bujes y la bobina principal del transformador adaptador del eje. La bobina principal del transformador adaptador del eje del par de bobinas resonantes está 35 configurada preferiblemente para conectarse eléctricamente con una unidad electrónica de control 154 que normalmente está ubicada en un compartimento de electrónica de la aeronave a una distancia de hasta 250 pies, tal como por medio de un cable 156, que puede ser un cable coaxial o de par trenzado, por ejemplo. El par de bobinas resonantes coaxiales incluye preferiblemente un núcleo de transformador 158 de material magnéticamente permeable dispuesto en el hueco radial entre la bobina secundaria del tapa-bujes y la bobina principal del transformador adaptador del eje. El núcleo del transformador preferiblemente también es coaxial con la bobina secundaria del tapa-bujes y la bobina principal del transformador adaptador del eje, y opera para orientar el flujo magnético entre la bobina secundaria del tapa-bujes y la bobina principal del transformador adaptador del eje, para aumentar el coeficiente de acoplamiento entre la bobina secundaria del tapa-bujes y la bobina principal del transformador adaptador del eje. 40

Con referencia a las figuras 10 – 11, los segundos extremos del primer y segundo brazos o ejes de conexión conductores eléctricos distanciados incluyen preferiblemente unos receptáculos conectores 160a, 160b que están conectados eléctricamente de forma rígida a unos pines conectores 162a, 162b que están conectados eléctricamente a la bobina secundaria del circuito resonante sintonizado y tapa-bujes, de modo que el par de brazos 45 o ejes de conexión conductores eléctricos distanciados están conectados eléctricamente de forma rígida entre el bucle principal metálico único y el circuito resonante sintonizado conectado a la bobina secundaria del tapa-bujes. 50

Con referencia a las figuras 11 – 14, un tapa-bujes del neumático 164 incluye unos agujeros de montaje 166 para tornillos/pernos 168 para asegurar el tapa-bujes del neumático a una tapa del eje del neumático 170, y una placa interior impresa de cableado conector, una placa o anillo de montaje 172 que incluye el bucle resonante sintonizado con una o más series de condensadores de sintonización resonante, que pueden estar apilados en paralelo, por 55 ejemplo. Como se ilustra en las figuras 11 – 13, la pluralidad de secciones o segmentos escalonados de los brazos o ejes metálicos paralelos distanciados permite que los brazos o ejes metálicos paralelos distanciados se extiendan dentro del tapa-bujes del neumático y la tapa del eje del neumático para su conexión eléctrica rígida a los pines conectores que están conectados eléctricamente al circuito resonante sintonizado y la bobina secundaria del tapa-bujes. La una o más vueltas o bucles de la bobina secundaria del tapa-bujes preferiblemente están montadas en un 60 eje, embudo o boquilla de montaje protector de la bobina 174 conectado a y que se extiende desde el tapa-bujes del neumático a lo largo de la dirección del eje del neumático, y la una o más vueltas o bucles de la bobina secundaria

del tapa-bujes preferiblemente están conectadas por medio de un cableado del circuito resonante sintonizado que se extiende a lo largo del eje, embudo o boquilla de montaje protector de la bobina hasta los otros componentes del bucle resonante sintonizado, según se muestra en las figuras 13 y 14.

- 5 Es evidente a partir de lo anterior que aunque se han ilustrado y descrito formas particulares de la invención, se pueden hacer diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la invención. En consecuencia, no se pretende que la invención esté limitada, excepto por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de enlace en bucle resonante de aeronave (110) para acoplar electromagnéticamente un campo magnético entre una bobina principal de transformador adaptador electromagnético de eje de neumático (148) y una
5 bobina receptora de sensor de presión del neumático (134) distanciada de la bobina principal del transformador adaptador electromagnético del eje del neumático (148) para alimentar un sensor de presión del neumático (136), comprendiendo el conjunto de enlace en bucle resonante de aeronave (110):
un primer brazo de conexión conductor de electricidad (116) que tiene un primer y segundo extremos (122, 124);
un segundo brazo de conexión conductor de electricidad (118) que tiene un primer y segundo extremos (126, 128),
10 estando dicho segundo brazo de conexión conductor de electricidad (118) distanciada de dicho primer brazo de conexión conductor de electricidad (116);
un bucle principal único conductor de electricidad (130) conectado eléctricamente a dichos primeros extremos (122, 126) de dichos primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118), estando configurado dicho bucle principal único conductor de electricidad (130) para ser montado adyacente a una bobina
15 secundaria del sensor de presión del neumático (134); y **caracterizado por**:
un circuito (142) que incluye al menos un condensador de sintonización resonante (144) y una bobina secundaria (146) que incluye al menos un bucle conductor de electricidad conectado eléctricamente a dichos segundos extremos (124, 128) de dichos primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118), estando dichos segundos extremos (124, 128) de dichos primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad
20 (116, 118) conectados en serie a dicho circuito (142), estando configurada dicha bobina secundaria (146) para ser montada adyacente a una bobina principal del transformador adaptador electromagnético del eje del neumático (148);
estando dichos primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118) conectados eléctricamente entre dicho bucle principal único conductor de electricidad (130) y dicha bobina secundaria (146),
25 estando configurados dichos primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118) para transportar corriente generada en la bobina secundaria (146) desde una bobina principal del transformador adaptador electromagnético del neumático (148) a la bobina secundaria (134), estando configurados dichos primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118) para transportar corriente inducida en el bucle principal (130) una distancia predeterminada desde la bobina principal del transformador adaptador electromagnético
30 del eje del neumático (148) a la bobina secundaria (134) para generar un flujo en la bobina receptora del sensor de presión del neumático (134) para alimentar un sensor de presión del neumático (136).
2. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que dichos primer y
35 segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118) son paralelos.
3. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que dichos primer y
segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118) están separados por un pequeño espacio (120).
4. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que dichos primer y
40 segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118) son rígidos.
5. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que al menos uno de
dichos primer y segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118) están formados por una
45 pluralidad de secciones escalonadas (116a, b, c, d, e, 118a, b, c, d, e).
6. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que dichos primer y
segundo brazos de conexión conductores de electricidad (116, 118) están hechos de un metal que tiene baja
permeabilidad magnética, en el que dicho metal se selecciona de entre el grupo formado por aluminio y titanio.
- 50 7. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que dicho bucle
principal conductor de electricidad (130) está hecho de metal.
8. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que dicho bucle
principal conductor de electricidad (130) y dicha bobina secundaria del sensor de presión del neumático (134)
55 forman un par de bobinas del sensor de presión del neumático.
9. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 8, en el que dicho par de
bobinas del sensor de presión del neumático incluye un núcleo de transformador (140) dispuesto entre dicho bucle
principal conductor de electricidad (130) y dicha bobina secundaria del sensor de presión del neumático (134).
60
10. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 9, en el que dicho núcleo de
transformador (140) está hecho de material magnéticamente permeable.

11. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que dicho al menos un bucle conductor de electricidad de dicha bobina secundaria (146) comprende dos o más bucles conductores.

12. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que dicho al menos un bucle conductor de electricidad de dicha bobina secundaria (146) está hecho de metal.

13. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 1, en el que dicho al menos un bucle conductor de electricidad de dicha bobina secundaria (146) y la bobina principal del transformador adaptador electromagnético del eje del neumático (148) forman en conjunto un par de bobinas resonantes (150), y dicho par de bobinas resonantes (150) está conectado eléctricamente con una unidad electrónica de control (154).

14. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 13, en el que un núcleo de transformador (158) está dispuesto en dicho par de bobinas resonantes (150) entre dicho al menos un bucle conductor de electricidad de dicha bobina secundaria (146) y la bobina principal del transformador adaptador electromagnético del eje del neumático (148).

15. El conjunto de enlace en bucle resonante de la aeronave (110) de la reivindicación 14, en el que dicho núcleo de transformador (158) dispuesto en dicho par de bobinas resonantes (150) está hecho de material magnéticamente permeable.

20

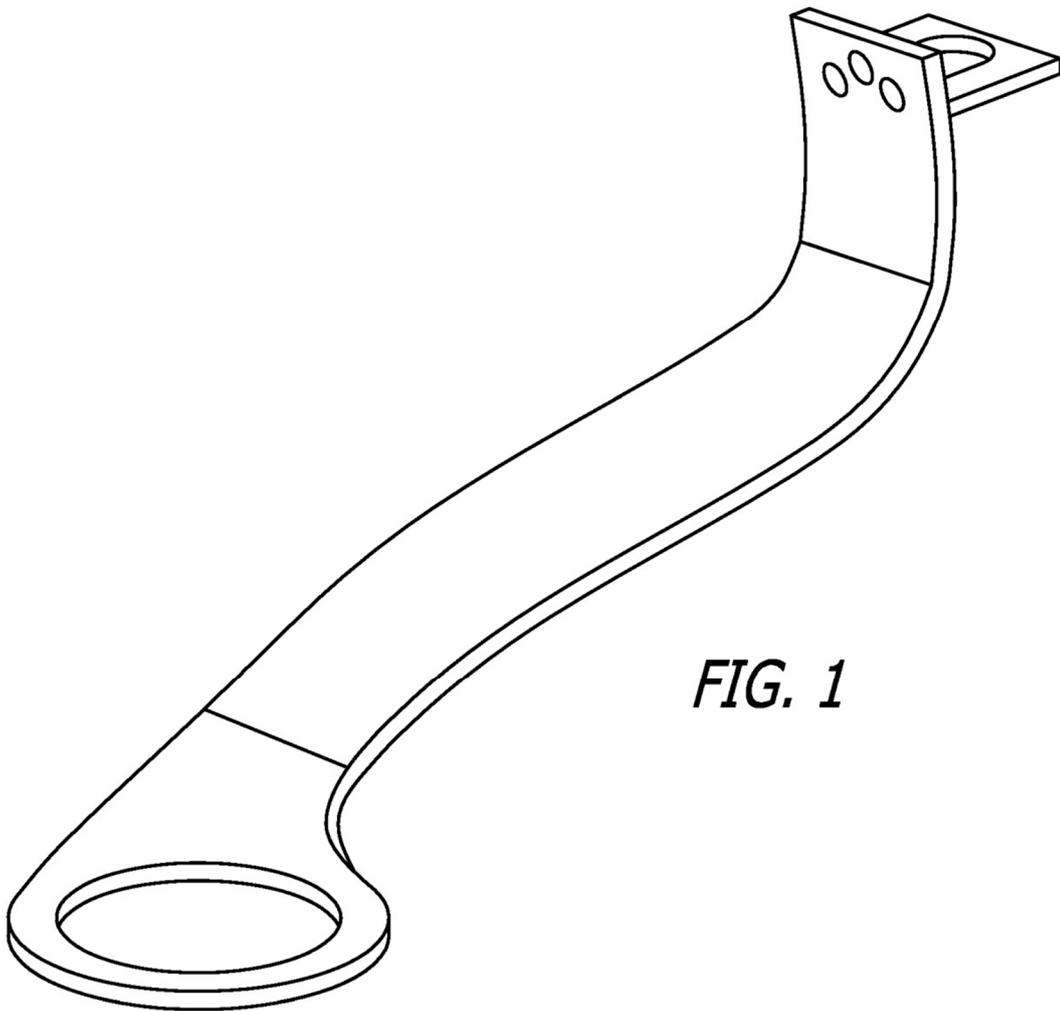


FIG. 1

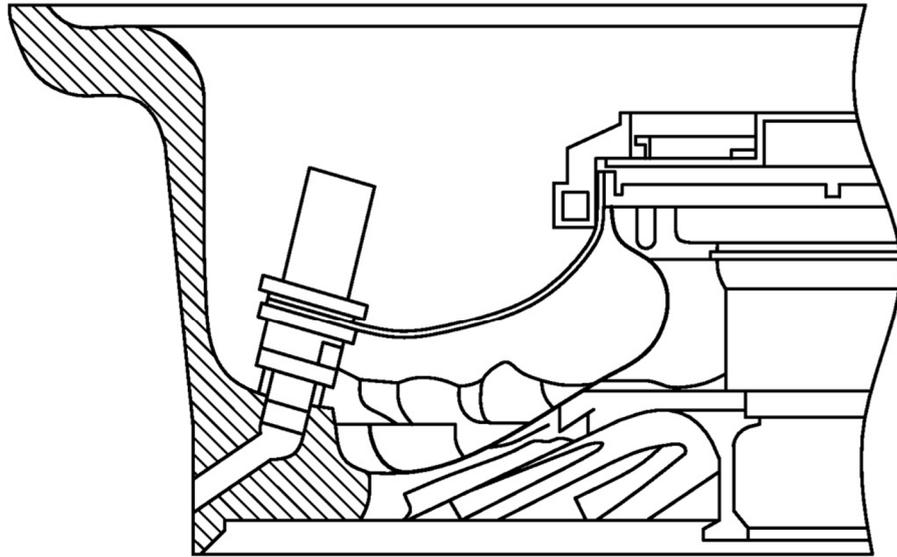


FIG. 2A

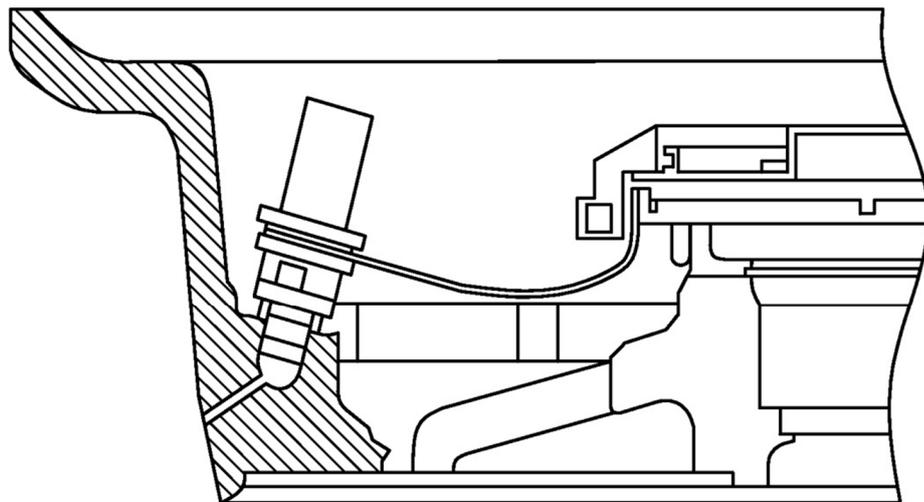
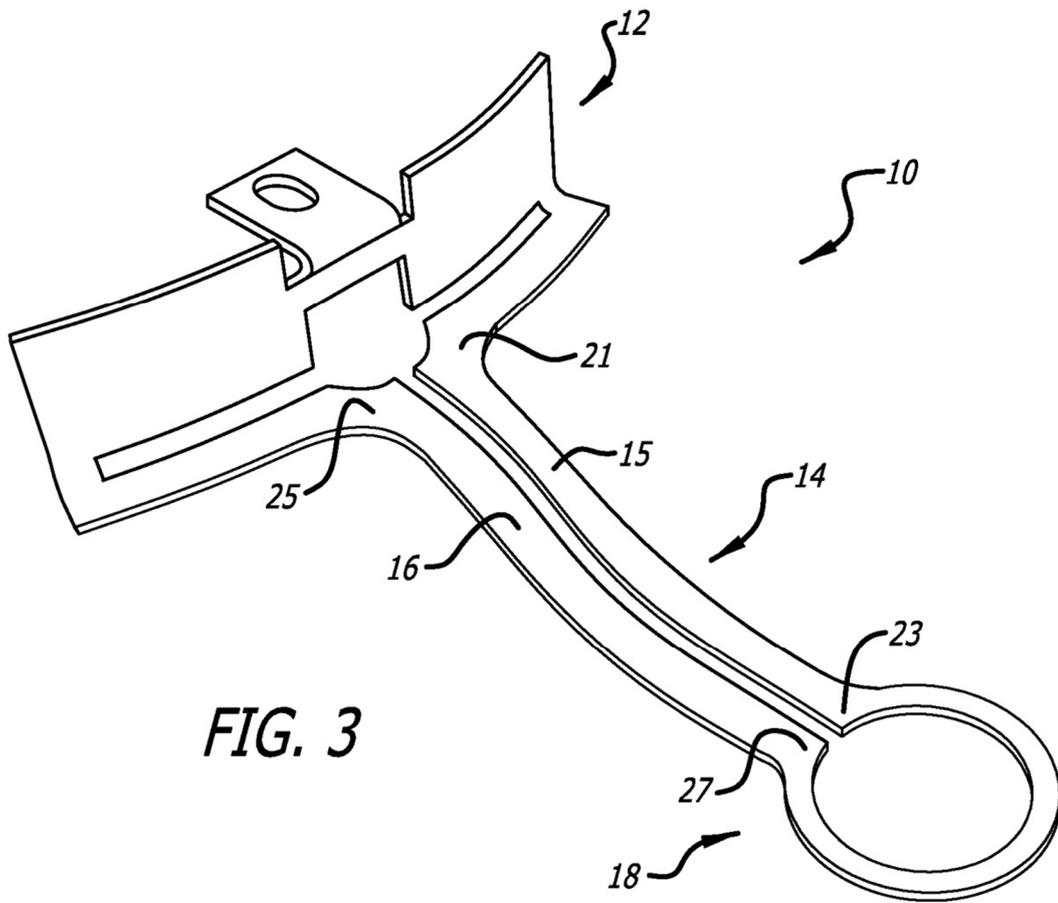


FIG. 2B



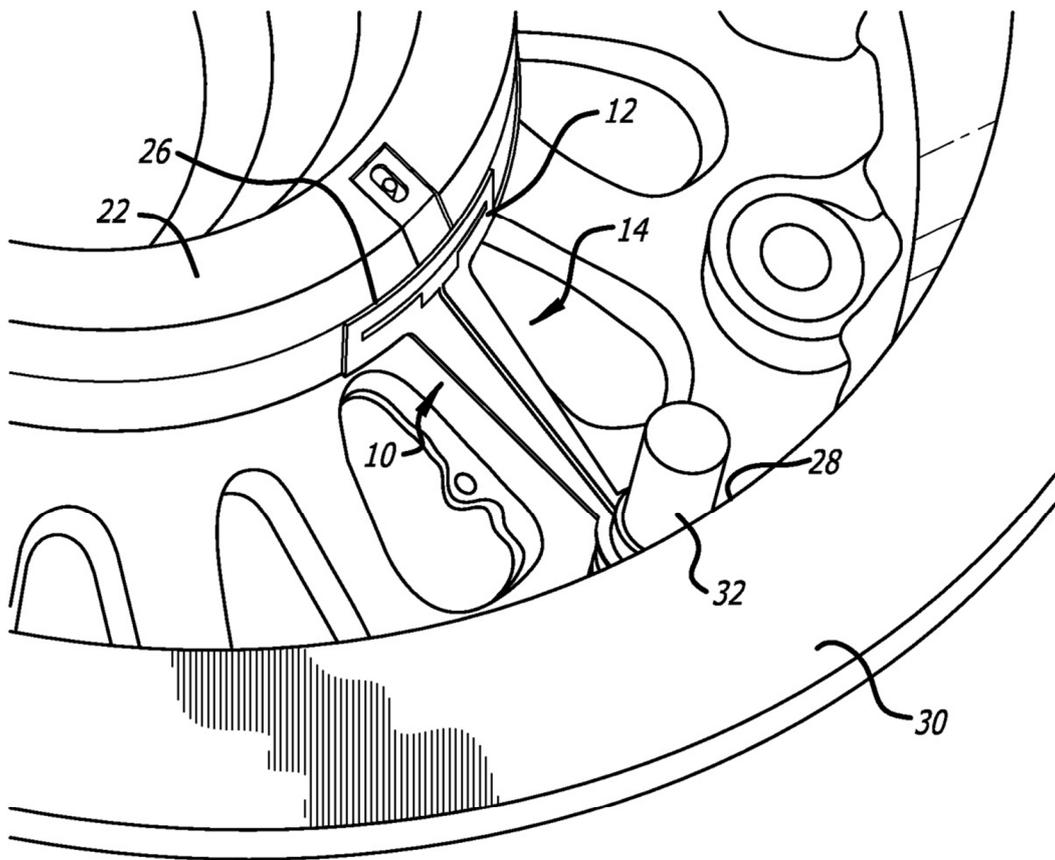


FIG. 4

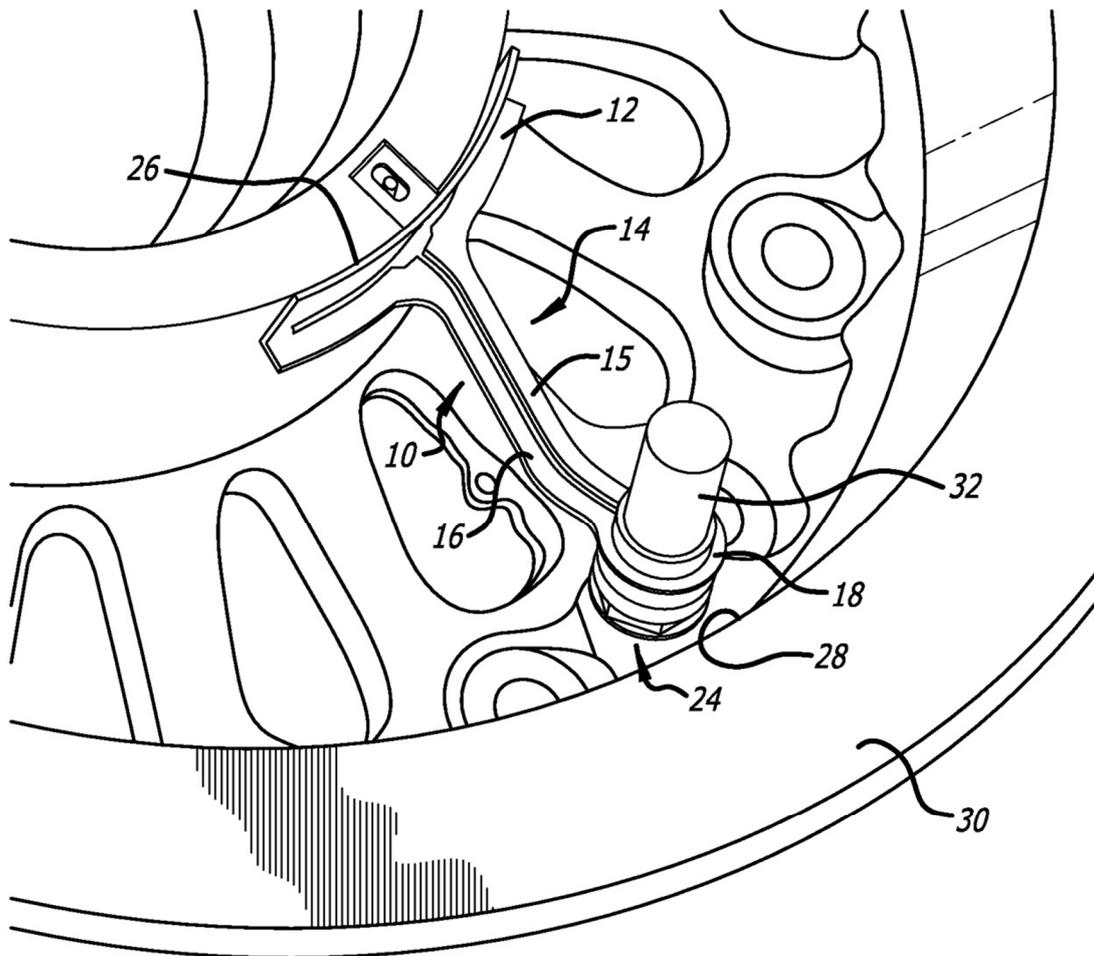


FIG. 5

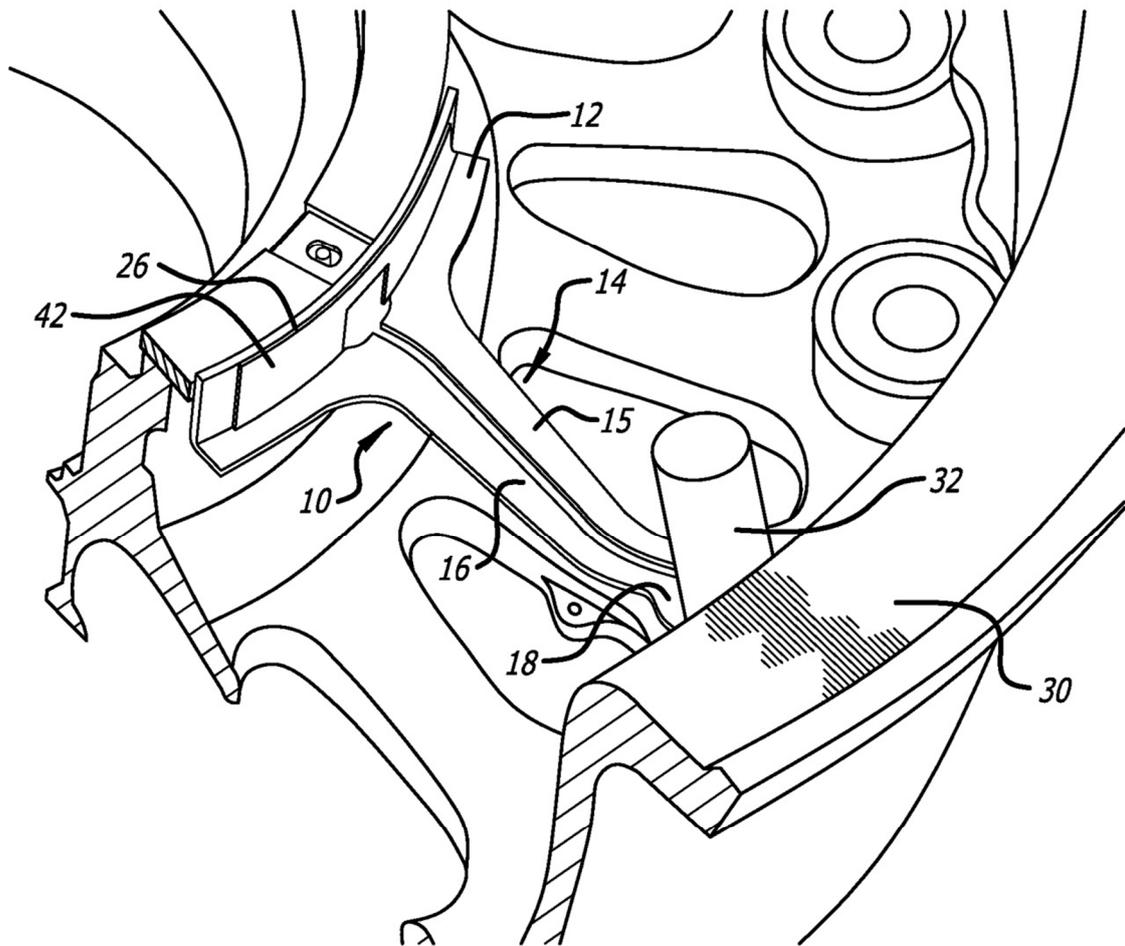


FIG. 6

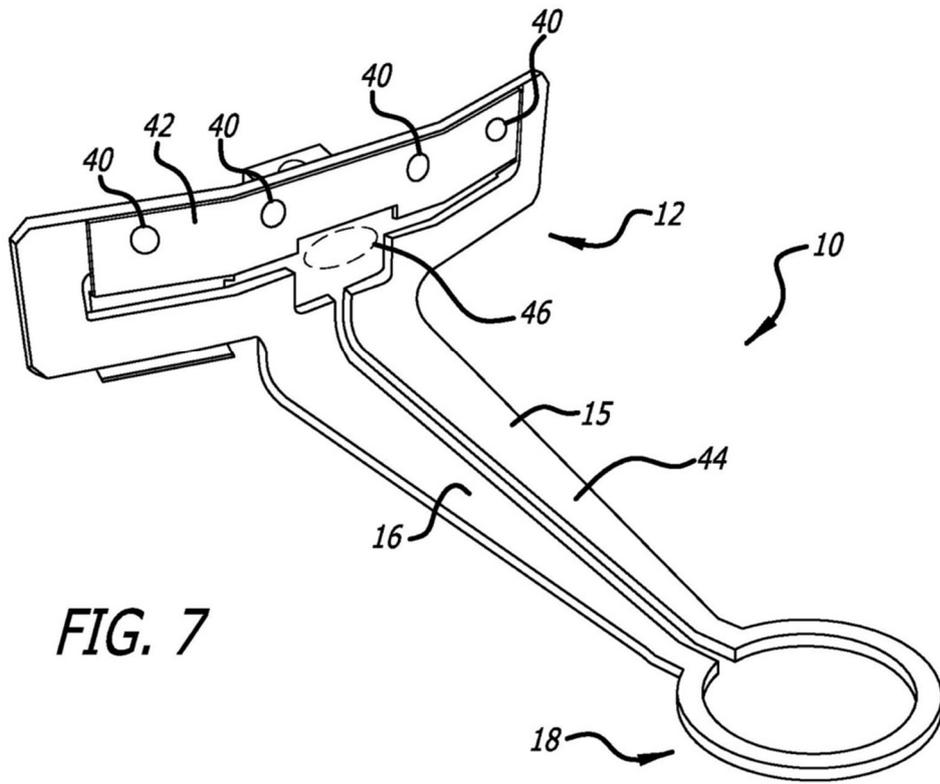


FIG. 7

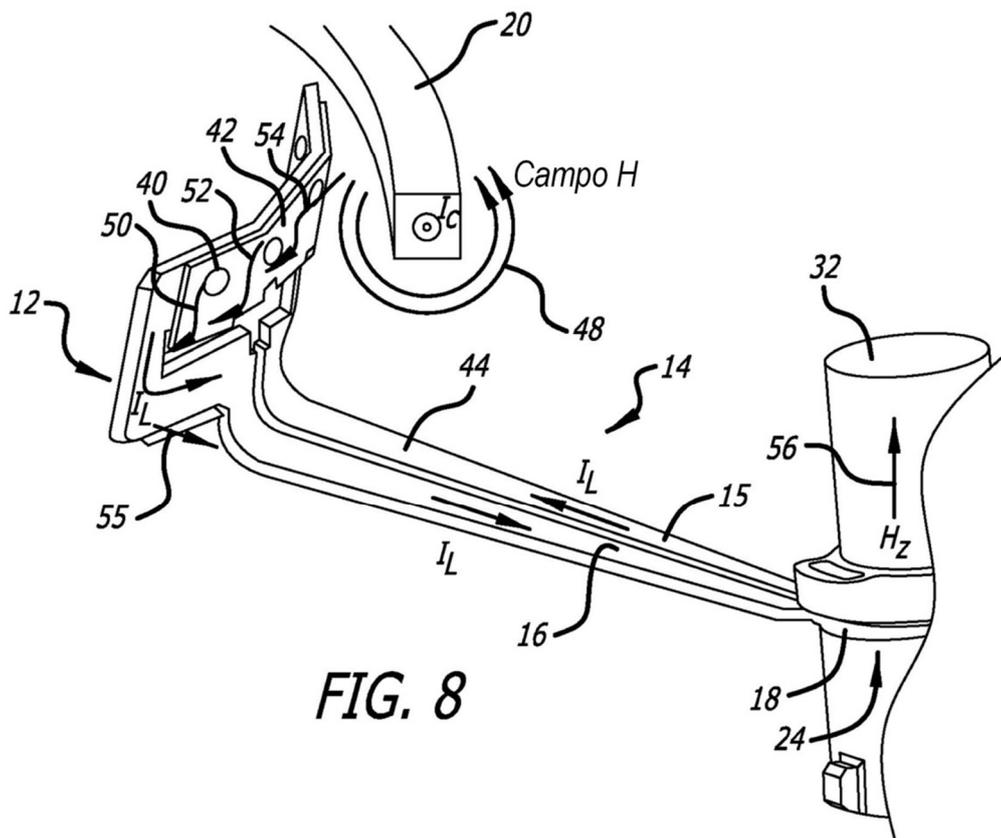


FIG. 8

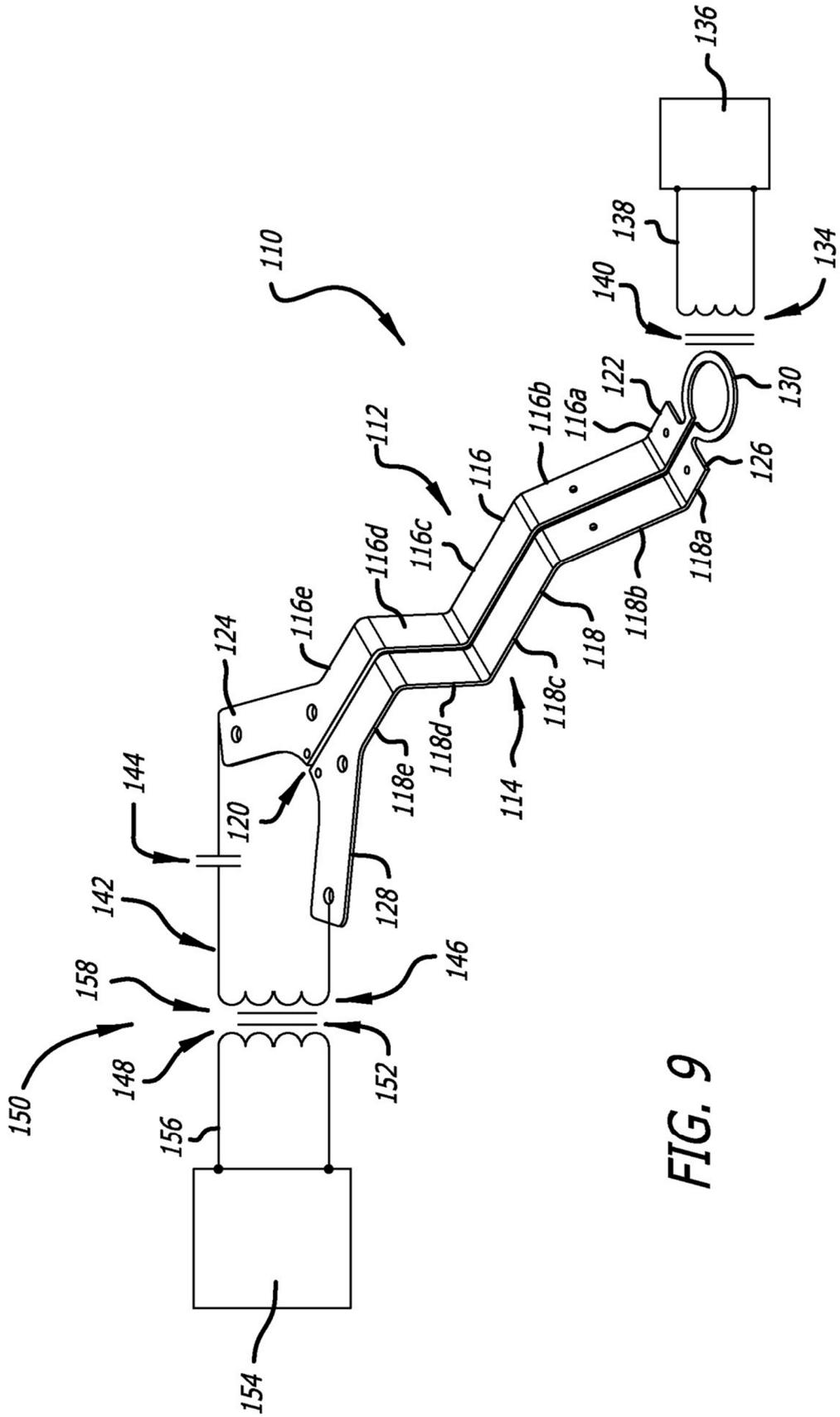
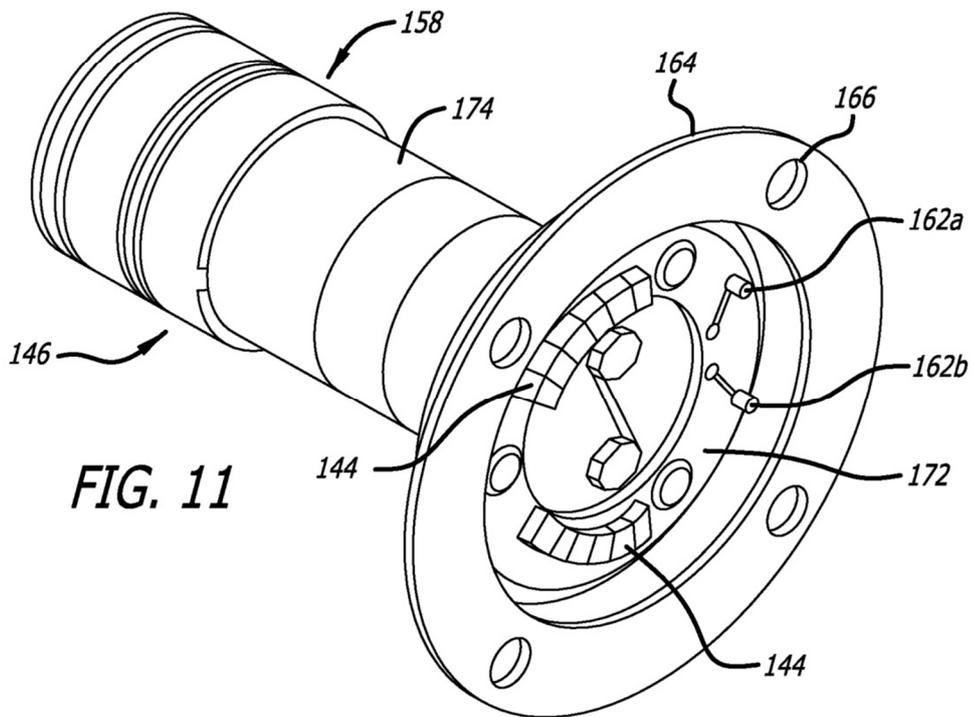
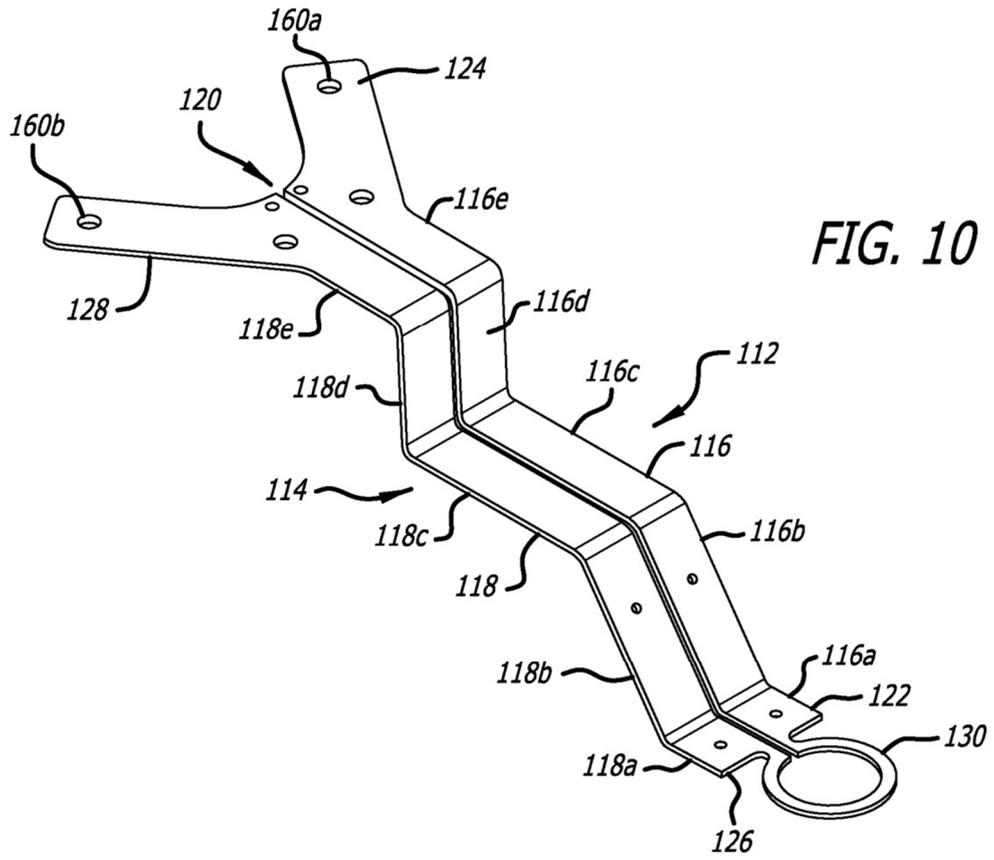


FIG. 9



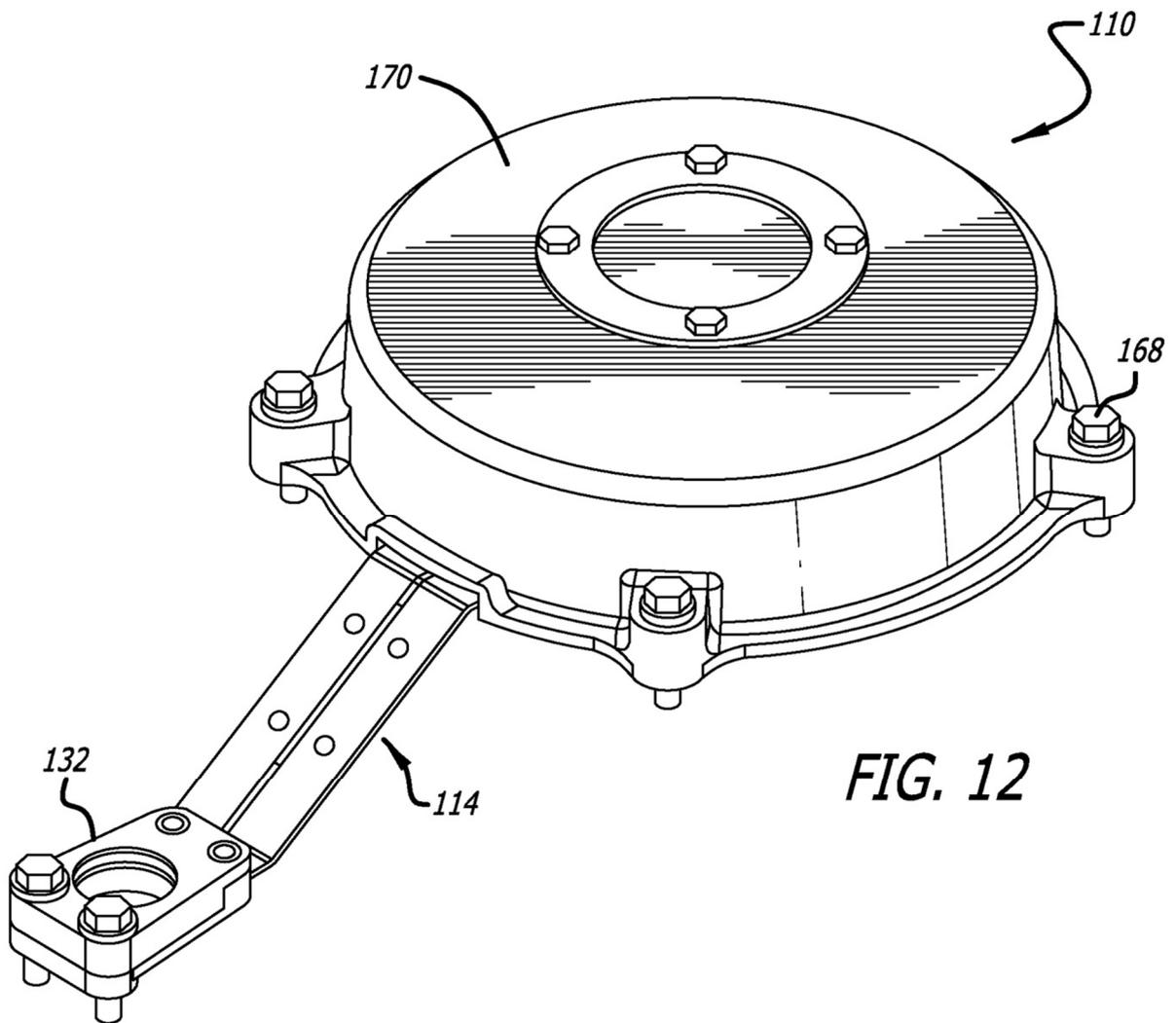


FIG. 12

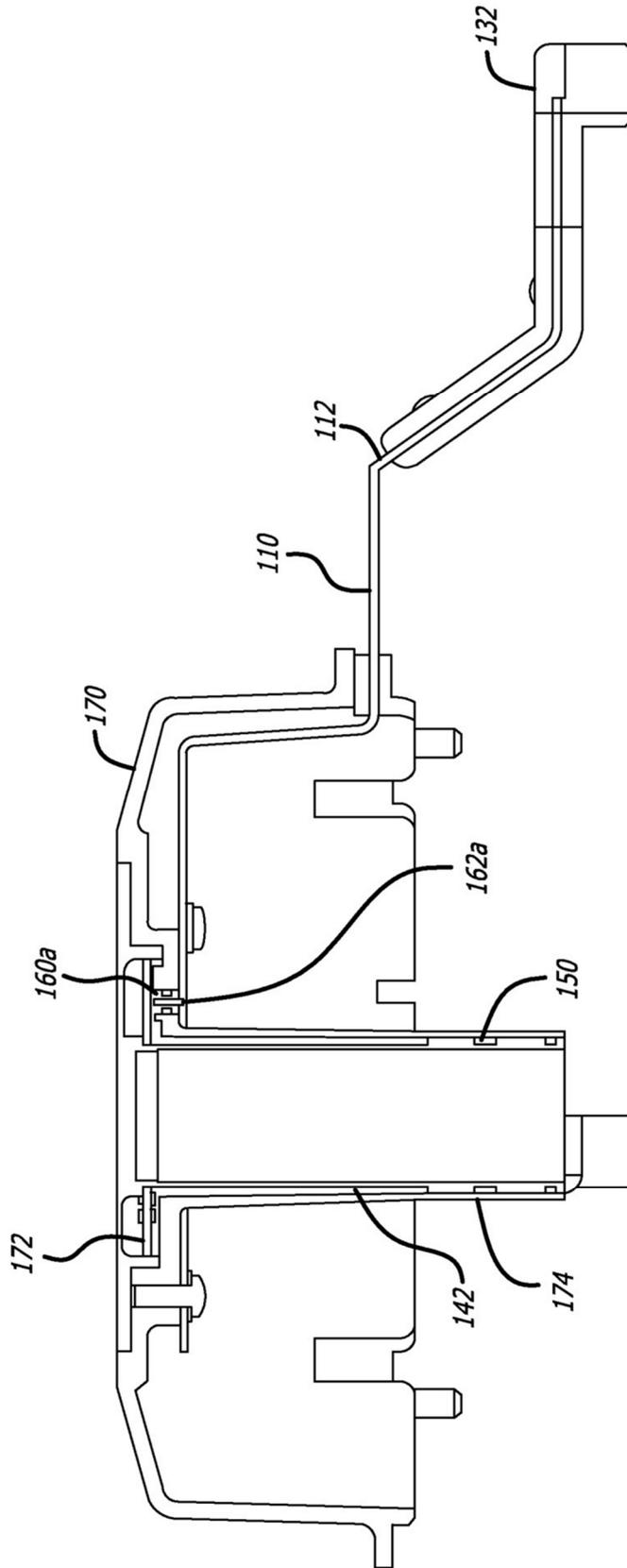


FIG. 13