

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 588**

51 Int. Cl.:

H04Q 9/00	(2006.01) F04B 53/14	(2006.01)
G08C 17/00	(2006.01)	
F04B 1/04	(2010.01)	
F04B 51/00	(2006.01)	
F04B 1/0408	(2010.01)	
F04B 1/053	(2010.01)	
F04B 27/04	(2006.01)	
F04B 27/053	(2006.01)	
F04B 39/00	(2006.01)	
F04B 49/20	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2017** **E 17177902 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.05.2021** **EP 3264786**

54 Título: **Sistema para supervisar un vástago del pistón**

30 Prioridad:

27.06.2016 US 201615193621

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.12.2021

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

LEE, YONGJAE;
IANNOTTI, JOSEPH ALFRED;
GERBI, FLIIPPO y
CAPANNI, ALESSIO

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 883 588 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

Sistema para supervisar un vástago del pistón

5 Antecedentes

El campo de la descripción se refiere, generalmente, a sistemas alternativos y, más particularmente, a un sistema para medir las condiciones relacionadas con un vástago del pistón.

10 Los sistemas alternativos incluyen, típicamente, un pistón alternativo que se mueve axialmente dentro de un cilindro e impulsa un vástago del pistón acoplado al pistón o bien es impulsado por este. Los sistemas alternativos incluyen, por ejemplo, y sin limitación, motores alternativos, compresores de gas alternativos, compresores de motor de gas alternativos integrales, es decir, motocompresores, y otros sistemas alternativos. En los compresores alternativos, el vástago del pistón se acopla a un cigüeñal, de modo que el movimiento de rotación del cigüeñal, alimentado por un motor o electromotor, se transforme en un movimiento axial del vástago del pistón y el pistón acoplado al vástago del pistón. El movimiento axial del pistón comprime el gas dentro del cilindro. En los motores alternativos, una cámara de combustión está en comunicación fluida con el pistón e impulsa el pistón. El pistón se acopla a un vástago del pistón movido axialmente por el pistón. El vástago del pistón se acopla a un cigüeñal mediante un conjunto de cruceta y una biela. El movimiento axial del vástago del pistón se transforma en un movimiento de rotación del cigüeñal por la geometría de la conexión entre el vástago del pistón y el cigüeñal que proporciona la biela. A medida que el vástago del pistón experimenta ciclos operativos, se producen cargas de fatiga, p. ej., cargas alternativas u oscilatorias, en el vástago del pistón, lo que puede resultar en la interrupción del sistema alternativo.

25 Se considera que el documento WO 2005/108744 A1 es la técnica anterior más cercana, en el cual se describe un aparato y un método para supervisar un miembro alternativo de un compresor de pistón alternativo. Se proporciona un medio para medir los parámetros del miembro alternativo, tales como la carga del vástago y la temperatura de la cruceta y transmitir los datos a un receptor de forma inalámbrica. Un conjunto móvil que comprende un transmisor inalámbrico se une a un miembro alternativo del compresor. El transmisor inalámbrico transmite de forma inalámbrica una señal de datos correspondiente a un conjunto fijo montado cerca.

30 El documento US-6.318.147 B1 se refiere a un monitor de desgaste adecuado para supervisar el desgaste y el desgarro de aros portadores en los pistones de compresores alternativos que funcionan horizontalmente. Un sensor presenta un elemento pasivo de ondas acústicas superficiales, cuyo comportamiento de reflexión electromagnética depende del espesor del aro portador resultante del grado de desgaste y desgarro de este y que se comunica con una antena de sensor que se mueve junto con este, mientras que una unidad de interrogación presenta una antena de interrogación de comunicación.

35 En ausencia de un sistema para medir las condiciones relacionadas con el vástago del pistón, las interrupciones del sistema alternativo pueden ser inesperadas y dar como resultado gastos no planificados. Además, en ausencia de un sistema para medir directamente las condiciones relacionadas con el vástago del pistón, no puede controlarse con precisión un sistema alternativo para reducir las cargas de fatiga u otras cargas en el vástago del pistón. Esto limita la capacidad de aumentar el ciclo de vida operativo del sistema alternativo y reducir cortes de interrupción no previstos a través del control de las condiciones operativas del sistema alternativo.

45 Breve descripción

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

50 Dibujos

Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor cuando se lea la siguiente descripción detallada en referencia a los dibujos adjuntos, donde los caracteres similares representan partes similares en todos los dibujos, en donde:

55 la Fig. 1 es una vista en sección transversal esquemática de una porción de un sistema alternativo ilustrativo que incluye un sistema de supervisión del vástago del pistón ilustrativo;

la Fig. 2 es un diagrama en bloque del sistema de supervisión del vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1;

60 la Fig. 3 es una vista esquemática de una primera antena ilustrativa y una segunda antena ilustrativa que se pueden usar con el sistema de supervisión del vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1;

65 la Fig. 4 es una vista esquemática de una primera antena alternativa y una segunda antena alternativa que pueden usarse con el sistema de supervisión del vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1;

la Fig. 5 es una vista isométrica detallada de la primera antena alternativa y la segunda antena alternativa que se muestran en la Fig. 4;

la Fig. 6 es una vista detallada adicional de la primera antena alternativa y la segunda antena alternativa que se muestran en la Fig. 4;

la Fig. 7 es una vista esquemática del sistema de supervisión del vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1 incrustado en el vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1;

la Fig. 8 es una vista esquemática del sistema de supervisión del vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1 acoplado al vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1 por un manguito ilustrativo; y

la Fig. 9 es una vista esquemática del sistema de supervisión del vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1 acoplado al vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1 por una porción de unión ilustrativa.

A menos que se indique lo contrario, las figuras proporcionadas en la presente descripción pretenden ilustrar características de las realizaciones de esta descripción. Se cree que estas características son aplicables en una amplia variedad de sistemas que comprenden una o más realizaciones de esta descripción. Como tal, las figuras no pretenden incluir todas las características convencionales conocidas por los expertos en la técnica que deben requerirse para la práctica de las realizaciones descritas en la presente descripción.

Descripción detallada

En la siguiente memoria descriptiva y en las reivindicaciones, se hará referencia a varios términos, que se definirán con los siguientes significados.

Las formas singulares “un”, “una” y “el/la” incluyen las referencias en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

“Opcional” u “opcionalmente” quiere decir que el evento o circunstancia descrito posteriormente puede ocurrir o no, y que la descripción incluye casos donde ocurre el evento y casos donde no.

El lenguaje de aproximación, como se usa en la presente descripción a lo largo de la memoria descriptiva y las reivindicaciones, puede aplicarse para modificar cualquier representación cuantitativa que pudiera variar de manera permisible sin resultar en un cambio en la función básica con la que se relaciona. En consecuencia, un valor modificado por uno o más términos, tales como “de alrededor de”, “aproximadamente” y “sustancialmente”, no deben limitarse al valor preciso especificado. En al menos algunos casos, el lenguaje de aproximación puede corresponder a la precisión de un instrumento para medir el valor. Aquí y a lo largo de la memoria descriptiva y las reivindicaciones, las limitaciones de intervalo pueden combinarse y/o intercambiarse, dichos intervalos se identifican e incluyen todos los subintervalos contenidos en estos, a menos que el contexto o el lenguaje indiquen otra cosa.

Como se usan en la presente descripción, los términos “procesador” y “ordenador” y términos relacionados, p. ej., “dispositivo de procesamiento”, “dispositivo informático” y “controlador” no se limitan solo a aquellos circuitos integrados denominados en la técnica ordenador, sino que se refieren ampliamente a un microcontrolador, a un microordenador, a un programmable logic controller (controlador lógico programable - PLC), a un circuito integrado específico de aplicación y a otros circuitos programables, y estos términos se usan indistintamente en la presente descripción. En las realizaciones descritas en la presente descripción, la memoria puede incluir, pero sin limitación, un medio legible por ordenador, tal como una random access memory (memoria de acceso aleatorio - RAM), y un medio no volátil legible por ordenador, tal como una memoria externa. Como alternativa, puede usarse, además, un compact disc - read only memory (disco compacto de memoria de solo lectura - CD-ROM), un magneto-optical disk (disco magnético óptico - MOD) y/o un digital versatile disc (disco versátil digital - DVD). Además, en las realizaciones descritas en la presente descripción, los canales de entrada adicionales pueden ser, pero sin limitación, periféricos de ordenador asociados con una interfaz de operador, tal como un ratón y un teclado. Como alternativa, también pueden usarse otros periféricos de ordenador que pueden incluir, por ejemplo, pero sin limitación, un escáner. Además, en la realización ilustrativa, los canales de salida adicionales pueden incluir, pero sin limitación, un monitor de interfaz del operador.

Además, como se usan en la presente descripción, los términos “software” y “firmware” son intercambiables e incluyen cualquier programa informático almacenado en memoria para su ejecución por ordenadores personales, estaciones de trabajo, clientes y servidores.

Como se usa en la presente descripción, el término “medios legibles por ordenador no transitorios” pretende ser representativo de cualquier dispositivo informático tangible implementado en cualquier método o tecnología para el almacenamiento a corto plazo y largo plazo de información, tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos y submódulos de programas, u otros datos en cualquier dispositivo. Por lo tanto, los métodos descritos en la presente descripción pueden codificarse como instrucciones ejecutables incorporadas en un

medio legible por ordenador tangible, no transitorio, que incluye, sin limitación, un dispositivo de almacenamiento y un dispositivo de memoria. Dichas instrucciones, cuando son ejecutadas por un procesador, hacen que el procesador realice al menos una porción de los métodos descritos en la presente descripción. Además, como se usa en la presente descripción, el término “medios legibles por ordenador no transitorios” incluye todos los medios tangibles legibles por ordenador, que incluyen, sin limitación, dispositivos de almacenamiento por ordenador no transitorios, que incluyen, sin limitación, medios volátiles y no volátiles, y medios extraíbles y no extraíbles, tales como un *firmware*, almacenamiento físico y virtual, CD-ROM, DVD y cualquier otra fuente digital, tal como una red o Internet, así como medios digitales aún no desarrollados, con la única excepción de que es una señal de propagación transitoria.

Los sistemas de supervisión del vástago del pistón descritos en la presente descripción proporcionan una mejor supervisión de un vástago del pistón de un sistema alternativo. La supervisión mejorada de una característica tal como tensión sobre el vástago del pistón proporciona una capacidad para determinar la condición del vástago del pistón, tal como una carga sobre el vástago del pistón, un esfuerzo del vástago del pistón, u otra condición. Por ejemplo, y sin limitación, el sistema de supervisión descrito en la presente descripción o un sistema en comunicación con el sistema de supervisión determina la condición del vástago del pistón en función de la característica supervisada, p. ej., calculando un esfuerzo sobre el vástago del pistón a partir de una tensión medida y usando la geometría del vástago del pistón. La condición del vástago del pistón puede incluir, por ejemplo, y sin limitación, que el vástago del pistón esté en condición normal. La supervisión del vástago del pistón proporciona, además, una determinación de que el vástago del pistón no está en condición normal. Por ejemplo, y sin limitación, el vástago del pistón puede estar en una reducción significativa pronosticada en la condición de vida útil que indica que se recomienda revisar el vástago del pistón o el sistema alternativo para impedir o reducir la probabilidad de una reducción significativa en la vida útil del vástago del pistón. La condición normal u otra condición se determina, por ejemplo, y sin limitación, por el sistema de supervisión del vástago del pistón o un sistema en comunicación con el sistema de supervisión del vástago del pistón en función de una o más características medidas y condiciones determinadas, p. ej., se determina que el vástago del pistón está en una condición normal si una tensión calculada a partir de una tensión medida está por debajo de un umbral predeterminado. La supervisión del vástago del pistón mediante el uso de los sistemas y métodos descritos en la presente descripción puede reducir las reducciones inesperadas en la vida útil de uno o más del vástago del pistón y otros componentes del sistema alternativo.

La Fig. 1 es una vista en sección transversal esquemática de una porción de un sistema 100 alternativo ilustrativo que incluye un sistema 101 de supervisión del vástago del pistón. El sistema 101 de supervisión del vástago del pistón es un sistema de sensor para medir una característica asociada con el sistema alternativo 100. Por ejemplo, y sin limitación, el sistema 101 de supervisión del vástago del pistón mide la tensión de un vástago del pistón en el sistema alternativo 100, una temperatura, una presión del ambiente alrededor del vástago del pistón, la desviación del vástago del pistón, el par sobre el vástago del pistón, la flexión del vástago del pistón, la vibración del vástago del pistón, u otras características del sistema alternativo 100. El sistema 101 de supervisión del vástago del pistón se usa o está configurado para determinar una condición del vástago del pistón. Por ejemplo, y sin limitación, el sistema 101 de supervisión del vástago del pistón determina la carga del vástago del pistón al medir directamente la tensión del vástago del pistón y determinar la carga del vástago del pistón en función de la tensión medida y las características del vástago del pistón que incluyen, por ejemplo, y sin limitación, el módulo de Young y la geometría del vástago del pistón, tal como el área en sección transversal del vástago del pistón.

El sistema alternativo 100 es un sistema mecánico que incluye al menos una porción que se mueve en traslación y al menos una segunda porción que se mueve en rotación. La parte de rotación impulsa la parte de traslación, o la parte de traslación impulsa la parte de rotación. Por ejemplo, y sin limitación, el sistema alternativo 100 es o incluye un motor alternativo, un compresor alternativo, una bomba alternativa, un motocompresor, hipercompresores, bombas de fracturación, p. ej., para su uso en la fracturación hidráulica, u otro sistema alternativo. El sistema alternativo 100 incluye una culata 102 y un pistón 103 dispuesto dentro de un cilindro 104 definido dentro de la culata 102. Por ejemplo, y sin limitación, la culata 102 es una o más estructuras fundidas y mecanizadas que definen un cilindro 104 de formación de cavidad. La culata 102 incluye uno o más orificios, canales u otras cavidades definidas por la estructura de la culata 102. En algunas realizaciones, los orificios, canales u otras cavidades de la culata 102 proporcionan una o más entradas del compresor y una o más salidas del compresor. A medida que se acciona el pistón 103, este extrae uno o más gases hacia el cilindro 104 a través de la(s) entrada(s) del compresor, comprime uno o más gases, y expulsa los uno o más gases comprimidos a través de la(s) salida(s) del compresor. La culata 102 y los uno o más orificios, canales u otras cavidades se configuran para una compresión de acción simple, es decir, el gas se comprime solo en un lado del pistón 103, o compresión de acción doble, es decir, el gas se comprime alternadamente en ambos lados del pistón 103.

En realizaciones alternativas, los orificios, canales u otras cavidades proporcionan combustible y aire hacia el cilindro 104 y evacúan el escape del cilindro 104. El cilindro 104 proporciona una cámara de combustión formada por una porción superior 107 de la culata 102, el cilindro 104 y el pistón 103. La combustión del combustible y oxígeno impulsa el pistón 103 axialmente dentro del cilindro 104 durante una carrera de energía del sistema alternativo 100. El pistón 103 se impulsa lejos de la porción superior 107. En una carrera de compresión, el pistón 103 se desplaza hacia la porción superior 107. En algunas realizaciones, el sistema alternativo 100 es un motor

de cuatro carreras que incluye una carrera de admisión, la carrera de compresión, la carrera de expansión y una carrera de escape. En realizaciones alternativas, el sistema alternativo 100 es un motor de dos carreras.

El pistón 103 se acopla al vástago 106 del pistón. Por ejemplo, y sin limitación, el pistón 103 se acopla al vástago 106 del pistón mediante uno o más sujetadores, p. ej., una tuerca, una soldadura, o el pistón 103 y el vástago 106 del pistón se forman, p. ej., se moldean o mecanizan, como un solo componente. El vástago 106 del pistón se extiende a través de una primera cámara 108 y una segunda cámara 110. La primera cámara 108 es una porción del bloque 112 y define una cavidad a través de la cual se extiende el vástago 106 del pistón. La segunda cámara 110 es una porción del bloque 112 y define una cavidad adicional a través de la cual se extiende el vástago 106 del pistón. En realizaciones alternativas, al menos una de la primera cámara 108 y la segunda cámara 110 puede separarse del bloque 112 y se acopla al bloque 112, por ejemplo, y sin limitación, mediante sujetadores tales como pernos. El vástago 106 del pistón se extiende aún más dentro de una cavidad adicional definida por el bloque 112. El vástago 106 del pistón se acopla al conjunto 114 de cruceta. El vástago 106 del pistón se acopla a un extremo del conjunto 114 de cruceta, por ejemplo, y sin limitación, mediante sujetadores tales como pernos. El extremo opuesto del conjunto 114 de cruceta se acopla a la biela 116 por medio de un pasador 118 de muñeca. La biela 116 se acopla mediante una tapa 120 de cojinete a un codo 124 de cigüeñal del cigüeñal 122. La biela 116 y la tapa 120 de cojinete forman un cojinete de deslizamiento u otro tipo de cojinete en contacto con el cigüeñal 122. El cigüeñal 122 va contenido en el cárter 126. Por ejemplo, y sin limitación, el cigüeñal 122 está soportado dentro del cárter 126 por cojinetes principales tales como cojinetes de deslizamiento.

El sistema alternativo 100 incluye, además, un primer sello 128 y un segundo sello 130. El primer sello 128 y el segundo sello 130 forman sellos con la primera cámara 108 y la segunda cámara 110, respectivamente. El primer sello 128 se sella con un primer asiento 132 para sellar la primera cámara 108. El segundo sello 130 se sella con un segundo asiento 134 para sellar la segunda cámara 110. La primera cámara 108 y la segunda cámara 110, junto con el primer sello 128 y el segundo sello 130, proporcionan separación entre el cilindro 104 y otros componentes del sistema alternativo 100 que incluyen, por ejemplo, y sin limitación, el conjunto 114 de cruceta, la biela 116 y el cigüeñal 122. Un prensaestopas 135 de cilindro sella, además, el cilindro 104. El vástago 106 del pistón pasa a través del prensaestopas 135 de cilindro, y el prensaestopas 135 de cilindro forma un sello, de modo que se evite sustancialmente que los gases dentro del cilindro 104 salgan del cilindro 104. Se evita que los gases que pasan a través del prensaestopas 135 de cilindro entren en otras áreas del sistema alternativo 100 por la primera cámara 108 y/o la segunda cámara 110 y sus sellos respectivos, el primer sello 128 y el segundo sello 130. Por ejemplo, y sin limitación, una o más de la primera cámara 108 y la segunda cámara 110 evitan que los gases de combustión u otro material salgan del cilindro 104 y entren en otras áreas del sistema alternativo 100. En algunas realizaciones, el sistema alternativo 100 solo incluye tanto la primera cámara 108 como la segunda cámara 110 en aplicaciones donde están presentes gases peligrosos. Cuando los gases peligrosos no están presentes, el sistema alternativo 100 solo incluye la segunda cámara 110 y no incluye la primera cámara 108. Por ejemplo, y sin limitación, los gases peligrosos incluyen hidrógeno y sulfuro de hidrógeno. En algunas realizaciones, una o más de la primera cámara 108 y la segunda cámara 110 junto con uno o más del primer sello 128 y el segundo sello 130 evitan o reducen que el aceite u otros lubricantes entren en el cilindro 104 desde otras porciones del sistema alternativo 100.

El sistema 101 de supervisión del vástago del pistón se dispone, al menos parcialmente, dentro del sistema alternativo 100. Por ejemplo, y sin limitación, el sistema 101 de supervisión del vástago del pistón se dispone dentro de la primera cámara 108. En realizaciones alternativas, el sistema 100 de supervisión del vástago del pistón se dispone dentro de la segunda cámara 110 o en cualquier otro lugar dentro del bloque 112.

El sistema 101 de supervisión del vástago del pistón incluye una primera antena 136 en comunicación de radiofrecuencia con una segunda antena 138. La segunda antena 138 se acopla a un sensor 140 de radiofrecuencia (RF). La segunda antena 138 y el sensor 140 de RF se acoplan al vástago 106 del pistón. El sensor 140 de RF es un sensor que mide una característica relacionada con el vástago 106 del pistón y transmite información a través de la segunda antena 138. Por ejemplo, y sin limitación, el lugar del sensor 140 de RF en el vástago 106 del pistón proporciona la medición directa de la tensión del vástago del pistón, y la carga del vástago del pistón calculada a partir de la tensión del vástago del pistón, con mayor precisión en comparación con la medición de la carga del vástago del pistón mediante otros sistemas o métodos tales como la obtención indirecta de la carga del vástago del pistón a través de cargas de gas y fuerzas de inercia. En algunas realizaciones, el sensor 140 de RF es un sensor de ondas acústicas superficiales. El sensor 140 de RF puede ser un sensor con envase integral de cuarzo, es decir, un sensor sellado entre un sustrato de cuarzo y una segunda capa de cuarzo. En realizaciones alternativas, el sensor 140 de RF es otro tipo de sensor. Por ejemplo, y sin limitación, el sensor 140 de RF es un extensómetro, un sensor de temperatura, p. ej., un termopar, un acelerómetro o un giroscopio. El sensor 140 de RF es un sensor de microelectromechanical system (sistema microelectromecánico - MEMS).

La Fig. 2 es un diagrama en bloque del sistema 101 de supervisión del vástago del pistón. El sistema 101 de supervisión del vástago del pistón incluye el sensor 140 de RF acoplado al vástago 106 del pistón para medir una característica del vástago 106 del pistón. El sensor 140 de RF se acopla a la segunda antena 138 para la entrada al sensor 140 de RF y la salida del sensor 140 de RF. En algunas realizaciones, el sensor 140 de RF se acopla a un circuito 202 electrical over-stress (eléctrico de sobretensión - EOS) y de adaptación de impedancia ubicado entre el sensor 140 de RF y la segunda antena 138. El circuito 202 de EOS y adaptación de impedancia mejora la transmisión de energía y el acoplamiento entre la primera antena 136 y la segunda antena 138. En realizaciones alternativas, el

sensor 140 de RF se acopla directamente a la segunda antena 138. La segunda antena 138 está en comunicación de RF con la primera antena 136. La primera antena 136 se acopla al interrogador 204 mediante un primer cableado coaxial 206, un conector coaxial 208 y un segundo cableado coaxial 210. El interrogador 204 obtiene información del sensor 140 de RF al suministrar energía de RF a través de la primera antena 136 a la segunda antena 138 acoplada al sensor 140 de RF. El interrogador 204 obtiene información, además, del sensor 140 de RF, transmitida por la segunda antena 138, mediante el uso de la primera antena 136.

El interrogador 204 incluye un multiplexor 212 y un módulo 214 de lectura del sensor. El multiplexor 212 facilita la recogida de información del sensor 140 de RF y el módulo 214 de lectura del sensor analiza o procesa de cualquier otra manera la información recibida del sensor 140 de RF. El interrogador 204, o un subconjunto de componentes de este, forma un sistema de captación de datos acoplado a una o más de las primeras antenas 136 y acoplado a un dispositivo informático.

En una realización, el sensor 140 de RF es un sensor de ondas acústicas superficiales. Por ejemplo, y sin limitación, el sensor 140 de RF incluye un sustrato piezoeléctrico (no se muestra), un primer interdigitated transducer (transductor interdigitado - IDT) (no se muestra) acoplado al sustrato piezoeléctrico y un segundo IDT (no se muestra) acoplado al sustrato piezoeléctrico y separado del primer IDT por una región de línea de retardo (no se muestra). El primer IDT recibe una señal de entrada eléctrica y produce una onda acústica, p. ej., una onda mecánica superficial. El segundo IDT convierte la onda acústica en una señal de salida eléctrica a través del efecto piezoeléctrico. Las características de la superficie sobre la cual se acopla el sensor 140 de RF afectan a la onda mecánica superficial producida por el sensor 140 de RF. Por ejemplo, y sin limitación, la presión, la tensión, el par, la temperatura u otras características o condiciones ambientales que afectan al vástago 106 del pistón cambian una o más de la longitud de la región de línea de retardo y la separación entre los electrodos interdigitados del primer IDT y el segundo IDT. La señal de salida eléctrica generada por el segundo IDT de la onda mecánica superficial se analiza para determinar las características de la señal de salida eléctrica, tales como, por ejemplo, y sin limitación, un desplazamiento de fase, un desplazamiento de frecuencia o un tiempo de retardo. La señal de salida eléctrica se analiza mediante el módulo 214 de lectura del sensor para determinar las características mecánicas u otras características del vástago 106 del pistón.

El sensor 140 de RF recibe energía electromagnética de la segunda antena 138 y el circuito 202 de EOS y adaptación de impedancia. El circuito 202 de EOS y adaptación de impedancia mejora la transmisión de energía y el acoplamiento entre la primera antena 136 y la segunda antena 138. En respuesta a la recepción de energía electromagnética, p. ej., y sin limitación, en el espectro de radiofrecuencia, la segunda antena 138 proporciona energía al sensor 140 de RF. El sensor 140 de RF usa la energía recibida para generar la onda mecánica superficial usando el primer IDT. La segunda IDT convierte la onda mecánica superficial en la señal de salida eléctrica que es transmitida por la segunda antena 138.

La primera antena 136 recibe la señal de salida eléctrica transmitida por la segunda antena 138. La segunda antena 138 se acopla al vástago 106 del pistón y la primera antena 136 se acopla al bloque 112 en la primera cámara 108. La primera antena 136 se acopla al cableado coaxial 206 que se extiende al menos parcialmente a través del bloque 112. El cableado coaxial 206 se acopla al conector coaxial 208 que se acopla a o se extiende parcialmente a través del bloque 112. El conector coaxial 208 se acopla al cableado coaxial 210 que se acopla al interrogador 204. El cableado coaxial 210, el conector coaxial 208 y el cableado coaxial 206 acoplan la primera antena 136 al interrogador 204 y proporcionan comunicación de energía, la señal de entrada eléctrica y la señal de salida eléctrica.

El interrogador 204 obtiene información del sensor 140 de RF al generar la señal de entrada eléctrica y transmitir la señal de entrada eléctrica a través del cableado coaxial, el conector coaxial 208, el cableado coaxial 206 y la primera antena 136. La primera antena 136 transmite la señal de entrada eléctrica como energía electromagnética de RF. La segunda antena 138 recibe la energía electromagnética de RF transmitida por la primera antena 136 y proporciona la señal de entrada eléctrica al sensor 140 de RF. El sensor 140 de RF usa la señal de entrada eléctrica recibida durante la interrogación para generar la onda mecánica superficial y generar la señal de salida eléctrica de la onda mecánica superficial en respuesta a la señal de entrada eléctrica. El sensor 140 de RF proporciona la señal de salida eléctrica a la segunda antena 138. La segunda antena 138 transmite la señal de salida eléctrica como energía electromagnética de RF recibida por la primera antena 136. Esto ocurre en respuesta a la obtención de información por parte del interrogador 204. La primera antena 136 proporciona la señal de salida eléctrica recibida al interrogador 204 a través del cableado coaxial 206, el conector coaxial 208 y el cableado coaxial 210.

El interrogador 204 incluye un multiplexor (MUX) 212 y un módulo 214 de lectura del sensor. El MUX 212 multiplexa una o más de las señales de entrada eléctricas y las señales de salida eléctricas. El módulo 214 de lectura del sensor procesa la señal de salida eléctrica para determinar una o más características asociadas con un componente medido por el sensor 140 de RF, p. ej., y sin limitación, el vástago 106 del pistón. Por ejemplo, y sin limitación, el módulo 214 de lectura del sensor es o se incluye en uno o más dispositivos informáticos y puede implementarse mediante una combinación de uno o más componentes de *software* y *hardware*. Los componentes de *software* incluyen uno o más programas, aplicaciones, códigos ejecutables por procesador, módulos y otros componentes de *software*. Los componentes de *hardware* incluyen dispositivos de memoria tales como memoria volátil o no volátil, memoria de

acceso aleatorio, un disco duro, memoria externa u otro *hardware* para almacenar información. Los componentes de *hardware* incluyen dispositivos de procesamiento tales como un procesador, una matriz de puertas programables en campo, un controlador lógico programable u otro *hardware* para procesar una o más instrucciones e información almacenada en la memoria o recibida. Los componentes de *hardware* pueden ser, además, dispositivos de entrada/salida tales como puertos en serie, puerto de bus en serie universal, ratón, teclado, pantalla u otro *hardware* de entrada/salida.

El módulo 214 de lectura del sensor determina, por ejemplo, y sin limitación, la tensión del vástago 106 del pistón a partir de la señal de salida eléctrica mediante el uso de una curva, función, ecuación o fórmula de calibración que relaciona una propiedad de la señal de salida eléctrica con la tensión. Por ejemplo, y sin limitación, la propiedad de la señal de salida eléctrica es un cambio de fase entre la señal de entrada eléctrica y la señal de salida eléctrica, un cambio de frecuencia entre la señal de entrada eléctrica y la señal de salida eléctrica, o un tiempo de retardo entre la señal de entrada eléctrica y la señal de salida eléctrica. En algunas realizaciones, el módulo 214 de lectura del sensor puede medir otras características tales como temperatura, par o presión. El módulo 214 de lectura del sensor determina una condición del vástago 106 del pistón. Por ejemplo, y sin limitación, el módulo 214 de lectura del sensor determina la carga del vástago del pistón mediante el uso de una curva, función, ecuación, u otra fórmula de calibración que relaciona la tensión con la carga, p. ej., y sin limitación, el cálculo de la carga a partir de la tensión, un módulo de Young conocido, y un área en sección transversal conocida del vástago 106 del pistón. En realizaciones adicionales, el módulo 214 de lectura del sensor determina una condición del vástago 106 del pistón que incluye si el vástago 106 del pistón está en una condición normal o no está en una condición normal tal como una reducción significativa pronosticada en la condición de vida útil. El módulo 214 de lectura del sensor determina la condición, normal o no normal, en función de una característica medida, p. ej., tensión, o una condición determinada, p. ej., esfuerzo o carga. Por ejemplo, y sin limitación, el módulo 214 de lectura del sensor determina que el vástago 106 del pistón está en una condición normal comparando un esfuerzo del vástago 106 del pistón, determinado a partir de una característica de tensión medida, con un valor de umbral predeterminado y determinando que el esfuerzo del vástago 106 del pistón es menor que el valor umbral predeterminado.

En realizaciones alternativas, el sistema 101 de supervisión del vástago del pistón incluye el interrogador 204 y el sensor 140 de RF en comunicación con el interrogador 204. El interrogador 204 es pasivo y recibe la señal de salida eléctrica del sensor 140 de RF a través de la primera antena 136 y la segunda antena 138. El sensor 140 de RF incluye una fuente de alimentación o se acopla a una fuente de alimentación acoplada, además, al vástago 106 del pistón. Por ejemplo, y sin limitación, el sensor 140 de RF se acopla a una batería. En realizaciones alternativas adicionales, uno o más componentes del interrogador 204 se incluyen en un dispositivo informático. Por ejemplo, y sin limitación, el módulo 214 de lectura del sensor es un programa almacenado en memoria y ejecutado por un procesador de un dispositivo informático. El dispositivo informático se acopla a un MUX 212 separado mediante una conexión cableada o inalámbrica. Como alternativa, el interrogador 204 es un circuito integrado de aplicación específica que obtiene información del sensor 140 de RF. El interrogador 204 proporciona una salida, p. ej., y sin limitación, una carga determinada del vástago del pistón u otra condición, a través de una conexión cableada o inalámbrica a un dispositivo informático separado.

La Fig. 3 es una vista esquemática de la primera antena 136 y la segunda antena 138 del sistema 101 de supervisión del vástago del pistón. La primera antena 136 y la segunda antena 138 están en comunicación inalámbrica, p. ej., y sin limitación, a través de la transmisión y recepción de energía electromagnética de RF. La segunda antena 138 se acopla al vástago 106 del pistón y al sensor 140 de RF (que se muestran en la Fig. 2). En la realización ilustrativa, la segunda antena 138 es una antena de microtira o un acoplador de microtira. Por ejemplo, y sin limitación, la segunda antena 138 es una antena de parche de haz ancho y banda estrecha, es decir, una antena con un ancho y longitud significativamente mayores en comparación con la altura y una porción de antena metálica montada en un plano terrestre, u otra antena impresa. En algunas realizaciones, la segunda antena 138 es una antena de microtira de línea de meandro (que se muestra en la Fig. 6). Como se usa en la presente descripción, una antena de microtira de línea de meandro es una antena de parche que incluye, al menos, material conductor tal como una estructura de alambre en una sección de línea de meandro. En la sección de línea de meandro, el material conductor se coloca como al menos dos secciones que se extienden a lo largo del ancho de la antena acoplada por una sección que se extiende a lo largo de la longitud de la antena. El material conductor está plegado, doblado, grabado o formado de cualquier otra forma para crear giros de 90 grados que forman las secciones de ancho y las secciones de longitud. La longitud total de la antena de microtira de línea de meandro tiene una longitud menor que la longitud total preplegada del material conductor.

Además, en la realización ilustrativa, la primera antena 136 es una antena monopolo acoplada a una pared interior 302 del bloque 112. La primera antena 136 y la segunda antena 138 están ubicadas dentro de la primera cámara 108 del sistema alternativo 100. La primera antena 136 se acopla al interrogador 204 mediante el cableado coaxial 206 (que se muestra en la Fig. 2), el conector coaxial 208 (que se muestra en la Fig. 2) y el cableado coaxial 210.

Durante el funcionamiento, el vástago 106 del pistón se mueve en traslación con respecto al bloque 112 a medida que el pistón 103 (que se muestra en la Fig. 1) y el cigüeñal 122 (que se muestra en la Fig. 1) accionan el vástago 106 del pistón. La traslación del vástago 106 del pistón da como resultado la traslación de la segunda antena 138,

acoplada al vástago 106 del pistón, con respecto a la primera antena 136. La primera antena 136 y la segunda antena 138 se comunican de manera que la traslación de la segunda antena 138 con respecto a la primera antena 136 no interfiera sustancialmente con la comunicación entre la primera antena 136 y la segunda antena 138. La segunda antena 138 se configura, como se describe en la presente descripción, para comunicarse con la primera antena 136 a través del intervalo de movimiento de traslación con respecto a la primera antena 136. Por ejemplo, y sin limitación, las propiedades de una o más de la primera antena 136 y la segunda antena 138 permiten la comunicación en cualquier punto en el intervalo de traslación de la segunda antena 138, p. ej., y sin limitación, la segunda antena 138 tiene un intervalo de traslación igual a la carrera del pistón 103, 200 milímetros (mm) más o menos 100 mm. En realizaciones alternativas, la carrera del pistón 103 es mayor o menor que 200 mm. Las propiedades de la primera antena 136 y de la segunda antena 138 incluyen, por ejemplo, y sin limitación, tipo de antena, geometría de antena, patrón de haz, ganancia, directividad, ancho de banda, distancia de espacio de aire entre la primera antena 136 y la segunda antena 138, u otras características. Las antenas fijas o antenas relativamente fijas, p. ej., donde una antena está en movimiento de rotación pero está sustancialmente fija a lo largo de un eje longitudinal con respecto a la otra antena, no se enfrentan a las mismas dificultades para mantener la comunicación que en un sistema de antena donde una antena está en movimiento de traslación con respecto a la antena. Por ejemplo, y sin limitación, las antenas fijas o antenas relativamente fijas pueden mantener las dos antenas sustancialmente dentro de un lóbulo principal del patrón de haz de la antena de transmisión. Esto contrasta con las antenas en movimiento de traslación relativo, que pueden no permanecer sustancialmente dentro del lóbulo principal del patrón de haz de la antena de transmisión. Por lo tanto, la segunda antena 138, como se describe en la presente descripción, proporciona comunicación entre la primera antena 136 y la segunda antena 138, durante un movimiento de traslación relativo, y permite las funciones descritas en la presente descripción.

La Fig. 4 es una vista esquemática de realizaciones alternativas de la primera antena 136 y la segunda antena 138 del sistema 101 de supervisión del vástago del pistón. La primera antena 136 y la segunda antena 138 están en comunicación inalámbrica con la segunda antena 138 acoplada al vástago 106 del pistón. La primera antena 136 se acopla al accesorio 402. El accesorio 402 coloca la primera antena 136 con respecto a la segunda antena 138 con una distancia 404 de espacio de aire que separa la primera antena 136 y la segunda antena 138. La distancia 404 de espacio de aire es la distancia entre la superficie de la segunda antena 138 (p. ej., la capa de sustrato en realizaciones donde la segunda antena 138 es una antena de parche) y una superficie de la primera antena 136 (p. ej., la capa de sustrato de la primera antena 136 en realizaciones donde la primera antena 136 es una antena de parche). La distancia 404 de espacio de aire proporciona que el vástago 106 del pistón, y la segunda antena 138 acoplada al vástago 106 del pistón, se trasladen durante el funcionamiento del sistema alternativo 100. La distancia 404 de espacio de aire permite la medición del vástago 106 del pistón sin impedir el funcionamiento del sistema alternativo 100. El accesorio 402 reduce la distancia 404 de espacio de aire de manera que el interrogador 204 puede obtener información del sensor 140 de RF. La distancia 404 de espacio de aire se reduce para permitir la comunicación entre la primera antena 136 y la segunda antena 138. La primera antena 136 es una antena de microtira y la segunda antena 138 es una antena de microtira. El accesorio 402 se acopla a la pared interior 302 del bloque 112 en la primera cámara 108 y se dimensiona para colocar la primera antena 136 de manera que la distancia 404 de espacio de aire se reduzca con respecto a la primera antena 136 acoplada a la pared interior 302. La reducción de la distancia 404 de espacio de aire facilita la comunicación entre la primera antena 136 y la segunda antena 138. Una o más de la primera antena 136 y la segunda antena 138 están dimensionadas para facilitar la comunicación entre la primera antena 136 y la segunda antena 138. Por ejemplo, y sin limitación, una o más de la primera antena 136 y la segunda antena 138 tienen una longitud que proporciona al menos alguna superposición entre la primera antena 136 y la segunda antena 138 independientemente de la posición del vástago 106 del pistón en la longitud de carrera del sistema alternativo 100, es decir, el intervalo de movimiento de traslación de la segunda antena 138 con respecto a la primera antena 136. La configuración de la segunda antena 138, como se describe en la presente descripción, proporciona comunicación con la primera antena 136 a través del intervalo de movimiento de traslación de la segunda antena 138 con respecto a la primera antena 136.

La primera antena 136 se acopla al accesorio 402 y al cableado coaxial 206 que se extiende a través de o a lo largo del exterior del accesorio 402. El cableado coaxial 206, conector coaxial 208 (que se muestra en la Fig. 2), y el cableado coaxial 210 acopla la primera antena 136 al interrogador 204. El accesorio 402, la primera antena 136 y la segunda antena 138 están dimensionados y se colocan dentro de la primera cámara 108, de modo que el accesorio 402, la primera antena 136 y la segunda antena 138 no interfieran con el funcionamiento del sistema alternativo 100. Por ejemplo, y sin limitación, el accesorio 402, la primera antena 136 y la segunda antena 138 están dimensionados y se colocan de modo que no interfieran con el movimiento del vástago 106 del pistón u otros componentes del sistema alternativo 100. El accesorio 402, la primera antena 136 y la segunda antena 138 también están dimensionados y se colocan para evitar la interferencia con otros sensores o sistemas de supervisión incluidos en el sistema alternativo 100.

La Fig. 5 es una vista isométrica detallada de la primera antena 136 y la segunda antena 138 tal y como se muestran en la Fig. 4. El accesorio 402 se acopla a la pared interior 302 del bloque 112. Por ejemplo, y sin limitación, el accesorio 402 se acopla a la pared interior 302 mediante el uso de uno o más sujetadores, adhesivos, soldadura y otros componentes o técnicas. En algunas realizaciones, el accesorio 402 es un componente integral del bloque 112. Por ejemplo, y sin limitación, el accesorio 402 y el bloque 112 se forman en

un proceso de fundición. La primera antena 136 se acopla al accesorio 402 y se ubica encima de la segunda antena 138, separada por la distancia 404 de espacio de aire. La segunda antena 138 se acopla al vástago 106 del pistón. La segunda antena 138 tiene una longitud que es la mitad de la primera antena 136. La primera antena 136 y la segunda antena 138 tienen el mismo ancho y altura. Tanto la primera antena 136 como la segunda antena 138 son antenas de microtira. El accesorio 402 tiene un ancho y longitud igual al ancho y longitud de la primera antena 136.

En realizaciones alternativas, uno o más del accesorio 402, la primera antena 136, y la segunda antena 138 tienen diferentes tamaños, geometrías, configuraciones, u otras características. Por ejemplo, y sin limitación, la segunda antena 138 puede tener una longitud igual a la de la primera antena 136, una longitud menor que la mitad de la de la primera antena 136, o una longitud mayor que la de la primera antena 136. La segunda antena 138 puede tener un ancho mayor o menor que el de la primera antena 136. Similarmente, el accesorio 402 puede tener dimensiones diferentes a las de la primera antena 136.

La Fig. 6 es una vista detallada adicional de la primera antena 136 y la segunda antena 138 mostradas en la Fig. 4 y la Fig. 5. La segunda antena 138 es una antena de microtira de línea de meandro incluida en el sustrato 602. El sensor 140 de RF se ubica sustancialmente en el centro del sustrato 602 con la segunda antena 138 ubicada en al menos dos lados del sensor 140 de RF. La segunda antena 138 incluye una pluralidad de segmentos 604 de ancho y una pluralidad de segmentos 606 de longitud. Los segmentos 604 de ancho se extienden prácticamente a lo largo del ancho del sustrato 602. Los sucesivos segmentos 604 de ancho disminuyen de tamaño a medida que se ubican más cerca del sensor 140 de RF. Los segmentos 606 de longitud se extienden a lo largo de la longitud del sustrato 602. Los segmentos 604 de ancho y los segmentos 606 de longitud proporcionan una mayor discontinuidad electromagnética que proporciona más energía en la radiación electromagnética. La primera antena 136 es, además, una antena de microtira de línea de meandro que tiene la misma configuración o una configuración similar a la de la segunda antena 138. En realizaciones alternativas, la primera antena 136 no tiene segmentos 604 de ancho sucesivos que disminuyen de tamaño a medida que se acercan al centro de la primera antena 136. Más bien, los segmentos de ancho sucesivos son sustancialmente idénticos, ya que la primera antena 136 no se acopla al sensor 140 de RF. En otras realizaciones alternativas, la primera antena 136 es una antena de microtira, pero no una antena de microtira de línea de meandro. En otras realizaciones alternativas más, la primera antena 136 es un tipo de antena diferente de la microtira. Por ejemplo, y sin limitación, la primera antena 136 es una antena monopolo.

La distancia 404 de espacio de aire separa la primera antena 136 y la segunda antena 138. La distancia 404 de espacio de aire permite que la segunda antena 138 y el vástago 106 del pistón (que se muestra en la Fig. 4) al que se acopla la segunda antena 138 se desplacen con respecto a la primera antena 136 y el accesorio 402 (que se muestra en la Fig. 4) sin contacto físico. La distancia 404 de espacio de aire es mayor que 0 milímetros (mm). El accesorio 402 está dimensionado y/o colocado de modo que la distancia 404 de espacio de aire se encuentre entre los 5 milímetros (mm) y los 20 mm (ambos incluidos). El aumento de la distancia 404 de espacio de aire proporciona mayor holgura y flexibilidad de diseño para los componentes del sistema alternativo 100 y del sistema 101 de supervisión del vástago del pistón. La configuración de la primera antena 136 y la segunda antena 138, como se describe en la presente descripción, permite que la distancia 404 de espacio de aire aumente mientras mantiene la comunicación entre la primera antena 136 y la segunda antena 138.

En la realización ilustrativa, a medida que aumenta la distancia 404 de espacio de aire, la señal de salida eléctrica de la segunda antena 138, recibida en la primera antena 136, disminuye en magnitud con respecto a la señal de entrada eléctrica. Como se describió anteriormente, la señal de salida eléctrica se transmite por la segunda antena 138 en respuesta a la recepción de la señal de entrada eléctrica transmitida desde la primera antena 136. La disminución de la magnitud de la señal de salida eléctrica a medida que aumenta la distancia 404 de espacio de aire restringe la distancia de espacio de aire a un valor donde la señal de salida eléctrica recibida tiene una magnitud suficiente para ser procesada por el interrogador 204 (que se muestra en la Fig. 2). La distancia 404 de espacio de aire se limita a un valor en el cual la primera antena 136 y la segunda antena 138 son capaces de comunicarse. Un mejor acoplamiento entre la primera antena 136 y la segunda antena 138 aumenta el valor máximo de la distancia 404 de espacio de aire en la cual la señal de salida eléctrica recibida mantiene suficiente magnitud para el procesamiento por el interrogador 204. Por ejemplo, y sin limitación, el uso de una antena de microtira de línea de meandro para la segunda antena 138 mejora el acoplamiento en comparación con una antena de microtira de línea recta.

En la realización ilustrativa, una antena de microtira de línea de meandro que opera entre, e incluye, 400 megahercios y 450 megahercios, la magnitud de la señal de salida eléctrica recibida es de entre -10 decibelios (dB) y aproximadamente -12 decibelios dB (ambos incluidos) con respecto a la señal de entrada eléctrica cuando la distancia 404 de espacio de aire es de 5 milímetros (mm). Entre los 400 megahercios y los 450 megahercios (ambos incluidos), la magnitud de la señal de salida eléctrica recibida es de entre aproximadamente -16 dB y aproximadamente -17 dB (ambos incluidos) con respecto a la señal de entrada eléctrica cuando la distancia 404 de espacio de aire es de 10 mm. Entre los 400 megahercios y los 450 megahercios (ambos incluidos), la magnitud de la señal de salida eléctrica recibida es de entre aproximadamente -19 dB y aproximadamente -20 dB (ambos incluidos) con respecto a la señal de entrada eléctrica cuando la distancia 404 de espacio de aire es de 15 mm. Entre los 400 megahercios y los 450 megahercios (ambos incluidos), la magnitud de la

señal de salida eléctrica recibida es de entre aproximadamente -22 dB y aproximadamente -24 dB (ambos incluidos) con respecto a la señal de entrada eléctrica cuando la distancia 404 de espacio de aire es de 20 mm.

El interrogador 204 opera con una señal de salida eléctrica que tiene una magnitud de entre 0 dB y -30 dB con respecto a la señal de entrada eléctrica. El uso de una segunda antena 138 de microtira de línea de meandro permite que el interrogador 204 funcione con una distancia 404 de espacio de aire de 20 mm, ya que la señal de salida eléctrica resultante tiene una magnitud de aproximadamente entre -22 dB y -24 dB con respecto a la señal de entrada eléctrica. Esta se encuentra dentro del intervalo de operación del interrogador 204. Por el contrario, una segunda antena 138 de microtira recta permite una distancia 404 de espacio de aire de entre 6 mm y 8 mm para proporcionar una señal de salida eléctrica con una magnitud no menor de -30 dB con respecto a la señal de entrada eléctrica según lo requiera el interrogador 204. Por lo tanto, el uso de al menos una antena de microtira de línea de meandro permite una mayor distancia 404 de espacio de aire que, a su vez, permite una mayor holgura entre los componentes del sistema alternativo 100 y una mayor flexibilidad de diseño del sistema 101 de supervisión del vástago del pistón.

La Fig. 7 es una vista esquemática del sistema 101 de supervisión del vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1 con la segunda antena 138 y el sensor 140 de RF incrustados en el vástago 106 del pistón. La segunda antena 138 se coloca debajo de la primera antena 136 acoplada al accesorio 402. La segunda antena 138 se incrusta en el vástago 106 del pistón. Por ejemplo, y sin limitación, el material se retira del vástago 106 del pistón para formar una depresión. El material se retira, por ejemplo, pero sin limitación, utilizando un molino superficial u otra técnica mecanizada. La segunda antena 138 se dispone dentro de la depresión y se acopla al vástago 106 del pistón, p. ej., y sin limitación, mediante el uso de un adhesivo. En algunas realizaciones, la segunda antena 138 se sella rellenando la depresión, por ejemplo, y sin limitación, con un epoxi, un polímero, u otra sustancia. En realizaciones alternativas, la segunda antena es un envase integral de cuarzo y se acopla al vástago 106 del pistón.

El sensor 140 de RF se acopla a la segunda antena 138, por ejemplo, y sin limitación, con una conexión cableada 702. El sensor 140 de RF se acopla al vástago 106 del pistón en una ubicación remota de la segunda antena 138. En algunas realizaciones, el sensor 140 de RF se une a la superficie del vástago 106 del pistón. En realizaciones alternativas, el sensor 140 de RF se incrusta en el vástago 106 del pistón como se describe con respecto a la segunda antena 138. El sensor 140 de RF puede ser un envase integral de cuarzo. En realizaciones alternativas adicionales, el sensor 140 de RF está ubicado sustancialmente en el centro de la segunda antena 138, como se describe con referencia a la Fig. 6. El sensor 140 de RF y la segunda antena 138 se incrustan en el vástago 106 del pistón. En algunas realizaciones, la combinación del sensor 140 de RF y la segunda antena 138 es un solo envase integral de cuarzo.

La Fig. 8 es una vista esquemática del sistema 101 de supervisión del vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1 con la segunda antena 138 acoplada al vástago 106 del pistón mediante un manguito 802. El sensor 140 de RF y la segunda antena 138 se acoplan al manguito 802 como se describe con referencia a la Fig. 7, p. ej., y sin limitación, adhesivos, incrustados en el manguito 802, o acoplados de cualquier otra manera al manguito 802. En realizaciones alternativas, un solo envase integral de cuarzo que incluye la segunda antena 138 y el sensor 140 de RF ubicados sustancialmente en el medio de la segunda antena 138 se acopla al manguito 802. El manguito 802 se acopla al vástago 106 del pistón en una posición debajo de la primera antena 136 y el accesorio 402. En algunas realizaciones, el manguito 802 se desliza sobre el vástago 106 del pistón durante el ensamblaje del sistema alternativo 100. El manguito 802 se fija al vástago 106 del pistón mediante un ajuste de interferencia con el vástago 106 del pistón, un adhesivo, sujetadores, u otros componentes o técnicas. En realizaciones alternativas, el manguito 802 incluye dos o más piezas y el manguito 802 se ensambla alrededor del vástago 106 del pistón. Por ejemplo, y sin limitación, las dos piezas se fijan entre sí mediante adhesivos, sujetadores u otros componentes o técnicas. El manguito 802, en sí mismo, se acopla al vástago 106 del pistón mediante un ajuste de interferencia con el vástago 106 del pistón, un adhesivo, sujetadores, u otros componentes o técnicas.

La Fig. 9 es una vista esquemática del sistema 101 de supervisión del vástago del pistón que se muestra en la Fig. 1 con la segunda antena 138 acoplada al vástago 106 del pistón, que incluye una primera porción 902 y una segunda porción 904, mediante una porción 906 de unión. El sensor 140 de RF y la segunda antena 138 se acoplan a la porción 906 de unión como se describe con referencia a la Fig. 7, p. ej., y sin limitación, por adhesivos, incrustados en la porción 906 de unión, o acoplados de cualquier otra manera a la porción 906 de unión. En realizaciones alternativas, un solo envase integral de cuarzo que incluye la segunda antena 138 y el sensor 140 de RF ubicados sustancialmente en el medio de la segunda antena 138 se acopla a la porción 906 de unión. La porción 906 de unión se acopla al vástago 106 del pistón en una posición debajo de la primera antena 136 y el accesorio 402. La porción 906 de unión se acopla a la primera porción 902 y a la segunda porción 904 del vástago 106 del pistón. En algunas realizaciones, la porción 906 de unión se extiende dentro de la primera porción 902 y la segunda porción 904. La porción 906 de unión se fija a la primera porción 902 y la segunda porción 904 mediante el uso de, por ejemplo, y sin limitación, la porción 906 de unión, que incluye una chaveta; y la primera porción 902 y la segunda porción 904 incluyen ambas un chavetero. En realizaciones alternativas, la porción 906 de unión se acopla a la primera porción 902 y la segunda porción 904 mediante un ajuste a presión con la primera porción 902 y la segunda porción 904, un adhesivo, sujetadores u otros componentes o técnicas. En otras realizaciones alternativas, la porción 906 de unión no se extiende dentro de la

primera porción 902 y la segunda porción 904. En algunas realizaciones, la porción 906 de unión se acopla a la primera porción 902 y a la segunda porción 904 mediante soldadura, un adhesivo, sujetadores u otros componentes o técnicas.

El sistema descrito anteriormente proporciona una mejor supervisión de un vástago del pistón de un sistema alternativo. El método y los sistemas descritos en la presente descripción permiten una mejor supervisión de un vástago del pistón mediante el uso de un sensor de RF, tal como un sensor de ondas acústicas. En algunas realizaciones, el sensor de ondas acústicas es un envase integral de cuarzo, lo que aumenta la vida útil del sensor de RF ubicado dentro del sistema alternativo al encapsular el sensor de RF. Adicionalmente, los sistemas y métodos descritos en la presente descripción facilitan la supervisión de un vástago del pistón y el aumento de la vida útil de un sistema de supervisión, a medida que el sensor de RF es alimentado por una señal de entrada eléctrica transmitida de forma inalámbrica desde un interrogador en lugar de por una batería. Además, los sistemas y métodos descritos en la presente descripción facilitan la supervisión de un vástago del pistón en traslación durante el funcionamiento del vástago del pistón. Al supervisar el vástago del pistón mediante el uso de los sistemas y métodos descritos en la presente descripción, puede aumentarse una vida útil operativa de un sistema alternativo mediante el reemplazo de los vástagos del pistón supervisados antes de una reducción significativa de la vida útil del vástago del pistón que también puede reducir la vida útil de otros componentes del sistema alternativo. Adicionalmente, las condiciones operativas del sistema alternativo pueden cambiarse en función de la supervisión del vástago del pistón para reducir las cargas sobre el vástago del pistón o aumentar de cualquier otra manera la vida útil operativa del vástago del pistón. Por ejemplo, y sin limitación, las condiciones de funcionamiento del sistema alternativo que son controlables incluyen la velocidad de rotación del cigüeñal, la presión dentro del cilindro, el volumen de gas proporcionado al cilindro, u otras condiciones de funcionamiento.

Un efecto técnico ilustrativo de los métodos, sistemas y aparatos descritos en la presente descripción incluye al menos uno de: (a) supervisar una característica de un vástago del pistón con el uso de un sensor de ondas acústicas; (b) obtener información de forma inalámbrica del sensor de ondas acústicas con el uso de un interrogador que transmite una señal de entrada electrónica; (c) generar una onda superficial mecánica a partir de la señal de entrada electrónica con el uso del sensor de ondas acústicas; (d) generar una señal de salida electrónica de la onda superficial mecánica mediante el uso del sensor de ondas acústicas; (e) transmitir la señal de salida electrónica al interrogador; y (f) determinar una característica relacionada con el vástago del pistón en función de la señal de salida electrónica y usar el interrogador.

Las realizaciones ilustrativas del método y sistemas para supervisar un vástago del pistón se describieron anteriormente en detalle. El método y los sistemas descritos en la presente descripción no se limitan a las realizaciones específicas descritas en la presente descripción, sino que los componentes de los sistemas o etapas de los métodos pueden usarse independientemente y separadamente de otros componentes o etapas descritos en la presente descripción. Por ejemplo, los sistemas y métodos también pueden usarse en combinación con otros componentes del sistema mecánico, y no se limitan a la práctica solo con vástagos del pistón, como se describe en la presente descripción. Más bien, las realizaciones ilustrativas pueden implementarse y usarse en conexión con muchos otros componentes que se mueven, al menos en parte, en traslación, tales como pistones, bielas u otros componentes.

Aunque en algunas figuras y no en otras pueden mostrarse características específicas de diversas realizaciones, esto es solo por motivos de comodidad. Según los principios de los sistemas y métodos descritos en la presente descripción, puede hacerse referencia a cualquier característica de una figura o reivindicarse en combinación con cualquier característica de cualquier otra figura.

Algunas realizaciones implican el uso de uno o más dispositivos electrónicos o informáticos. Dichos dispositivos incluyen, típicamente, un procesador, un dispositivo de procesamiento o controlador, tal como una central processing unit (unidad central de procesamiento - CPU) de propósito general, una graphics processing unit (unidad de procesamiento gráfico - GPU), un microcontrolador, un procesador de reduced instruction set computer (computador con un conjunto de instrucciones reducido - RISC), un application specific integrated circuit (circuito integrado de aplicación específica - ASIC), un programmable logic circuit (circuito lógico programable - PLC), una field programmable gate array (matriz de puertas programables en campo - FPGA), un dispositivo de digital signal processing (procesamiento de señales digitales - DSP) y/o cualquier otro circuito o dispositivo de procesamiento capaz de ejecutar las funciones descritas en la presente descripción. Los métodos descritos en la presente descripción pueden codificarse como instrucciones ejecutables incorporadas en un medio legible por ordenador que incluye, sin limitación, un dispositivo de almacenamiento y/o un dispositivo de memoria. Dichas instrucciones, cuando son ejecutadas por un dispositivo de procesamiento, hacen que el dispositivo de procesamiento realice al menos una porción de los métodos descritos en la presente descripción. Los ejemplos anteriores son ilustrativos solamente y, por lo tanto, no pretenden limitar de ninguna manera la definición y/o el significado del término procesador y dispositivo de procesamiento.

Esta descripción escrita utiliza ejemplos para describir las realizaciones, incluido el mejor modo y también para permitir que cualquier experto en la técnica ponga en práctica las realizaciones, incluidos la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y realizar cualquier método incorporado. El ámbito patentable de la descripción está definido por las reivindicaciones y puede incluir otros ejemplos que puedan concebir los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (101) de sensor para determinar una condición de un vástago (106) del pistón de un sistema alternativo (100), comprendiendo dicho sistema de sensor:

un sistema interrogador (204) que comprende una primera antena (136) configurada para acoplarse a una superficie interior de un bloque (112) a través del cual se extiende al menos parcialmente el vástago (106) del pistón, en donde dicho bloque (112) define al menos una cámara (108, 110), extendiéndose dicho vástago (106) del pistón a través de dicha al menos una cámara, en donde dicha primera antena (136) se acopla a una superficie interior de dicha al menos una cámara; dicho vástago (106) del pistón se acopla por medio de un conjunto (114) de cruceta y una biela (116) a un cigüeñal (122) dispuesto en un cárter (126) del sistema alternativo (100) y, dicho bloque (112) se acopla al cárter (126);
una segunda antena (138) separada de dicha primera antena por una distancia (404) de espacio de aire, dicha segunda antena configurada para acoplarse al vástago del pistón, en donde dicha segunda antena es una antena de parche configurada para comunicarse con dicha primera antena a través de un intervalo de movimiento de traslación con respecto a dicha primera antena; y
un sensor (140) de radiofrecuencia acoplado a dicha segunda antena y configurado para acoplarse al vástago del pistón, dicho sensor de radiofrecuencia configurado además para medir una característica asociada con el vástago del pistón y transmitir, a través de dicha segunda antena, datos asociados con la característica a dicha primera antena de dicho sistema interrogador en donde el sensor (140) de radiofrecuencia se alimenta mediante una señal transmitida de forma inalámbrica desde el sistema interrogador (204).

2. El sistema (101) de sensor según la reivindicación 1, en donde dicho sensor (140) de radiofrecuencia es un sensor de ondas acústicas superficiales con envase integral de cuarzo.

3. El sistema (101) de sensor según la reivindicación 1 o 2, en donde dicha primera antena (136) es una o más de una antena monopolo y una antena de parche, y en donde dicha segunda antena (138) es una o más de una antena de microtira de línea recta, una antena de microtira de línea de meandro, y una antena de parche monopolo.

4. El sistema (101) de sensor según cualquier reivindicación anterior, en donde dicha primera antena (136) es un primer acoplador de microtira y dicha segunda antena (138) es un segundo acoplador de microtira.

5. El sistema (101) de sensor según cualquier reivindicación anterior, en donde dicha segunda antena (138) es una antena de línea de meandro.

6. El sistema (101) de sensor según cualquier reivindicación anterior, que comprende además un accesorio (402) acoplado a dicha primera antena (136), dicho accesorio configurado para acoplarse al sistema alternativo (100) y colocar dicha primera antena en dicha distancia (404) de espacio de aire respecto de dicha segunda antena (138).

7. El sistema (101) de sensor según cualquier reivindicación anterior, en donde dicha distancia (404) de espacio de aire está entre los 10 y los 20 milímetros (mm) ambos incluidos.

8. El sistema (101) de sensor según cualquier reivindicación anterior, en donde el sistema alternativo (100) es uno o más de un motor alternativo, bomba alternativa, y un compresor alternativo, en donde la característica medida por el sensor (140) de radiofrecuencia es una o más de una presión, una tensión, un par, y una temperatura, en donde el sistema de sensor está configurado para determinar la condición del vástago (106) del pistón en función de la característica, y en donde la condición es una o más de una carga del vástago del pistón, una tensión del vástago del pistón, una condición normal, y una reducción en la condición de la vida útil.

9. Un sistema alternativo (100) que comprende:

un pistón (103) que comprende un primer extremo y un segundo extremo opuesto a dicho primer extremo;
un vástago (106) del pistón acoplado a dicho segundo extremo;
un bloque (112), extendiéndose dicho vástago del pistón al menos parcialmente a través de dicho bloque, en donde dicho vástago (106) del pistón se acopla por medio de un conjunto (114) de cruceta y una biela (116) a un cigüeñal (122) dispuesto en un cárter (126) y, en donde dicho bloque (112) se acopla al cárter (126); y

un sistema (101) de sensor para determinar una condición asociada con dicho vástago del pistón, comprendiendo dicho sistema de sensor:

- 5 un sistema interrogador (204) que comprende una primera antena (136), dicha primera antena acoplada a una superficie interior de dicho bloque;
una segunda antena (138) separada de dicha primera antena por una distancia (404) de espacio de aire, dicha segunda antena acoplada a dicho vástago del pistón, en donde dicha segunda antena es una antena de parche, y en donde dicha segunda antena está configurada para comunicarse con dicha primera antena a través de un intervalo de movimiento de traslación con respecto a dicha primera antena; y
10 un sensor (140) de ondas acústicas superficiales acoplado a dicha segunda antena y a dicho vástago del pistón, y configurado para medir una tensión asociada con dicho vástago del pistón y transmitir, a través de dicha segunda antena, datos asociados con la tensión a dicha primera antena de dicho sistema interrogador en donde el sensor (140) se alimenta mediante una señal transmitida de forma inalámbrica desde el sistema interrogador (204);
15 en donde dicho bloque (112) define al menos una cámara (108, 110), extendiéndose dicho vástago (106) del pistón a través de dicha al menos una cámara, en donde dicha primera antena (136) se acopla a una superficie interior de dicha al menos una cámara.
- 20 10. El sistema alternativo (100) según la reivindicación 9, en donde una o más de dicha segunda antena (138) y dicho sensor (140) de ondas acústicas superficiales se incrustan dentro de dicho vástago (106) del pistón.
- 25 11. El sistema alternativo (100) según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, que comprende además un manguito (802) acoplado a dicho vástago (106) del pistón, en donde una o más de dicha segunda antena (138) y dicho sensor (140) de ondas acústicas superficiales se acoplan a dicho vástago del pistón mediante dicho manguito.
- 30 12. El sistema alternativo (100) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde dicho vástago (106) del pistón comprende una primera porción (902) y una segunda porción (904), dicha primera porción acoplada a dicha segunda porción mediante una porción (906) de unión que se extiende entre dicha primera porción y dicha segunda porción, en donde una o más de dicha segunda antena (138) y dicho sensor (140) de ondas acústicas superficiales se acoplan a dicha porción de unión.
- 35 13. El sistema alternativo (100) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde dicha primera antena (136) es un primer acoplador de microtira y dicha segunda antena (138) es un segundo acoplador de microtira.
- 40 14. El sistema alternativo (100) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende además un accesorio (402) acoplado a dicha primera antena (136), dicho accesorio configurado para acoplarse al sistema alternativo y colocar dicha primera antena en dicha distancia (404) de espacio de aire respecto de dicha segunda antena (138).

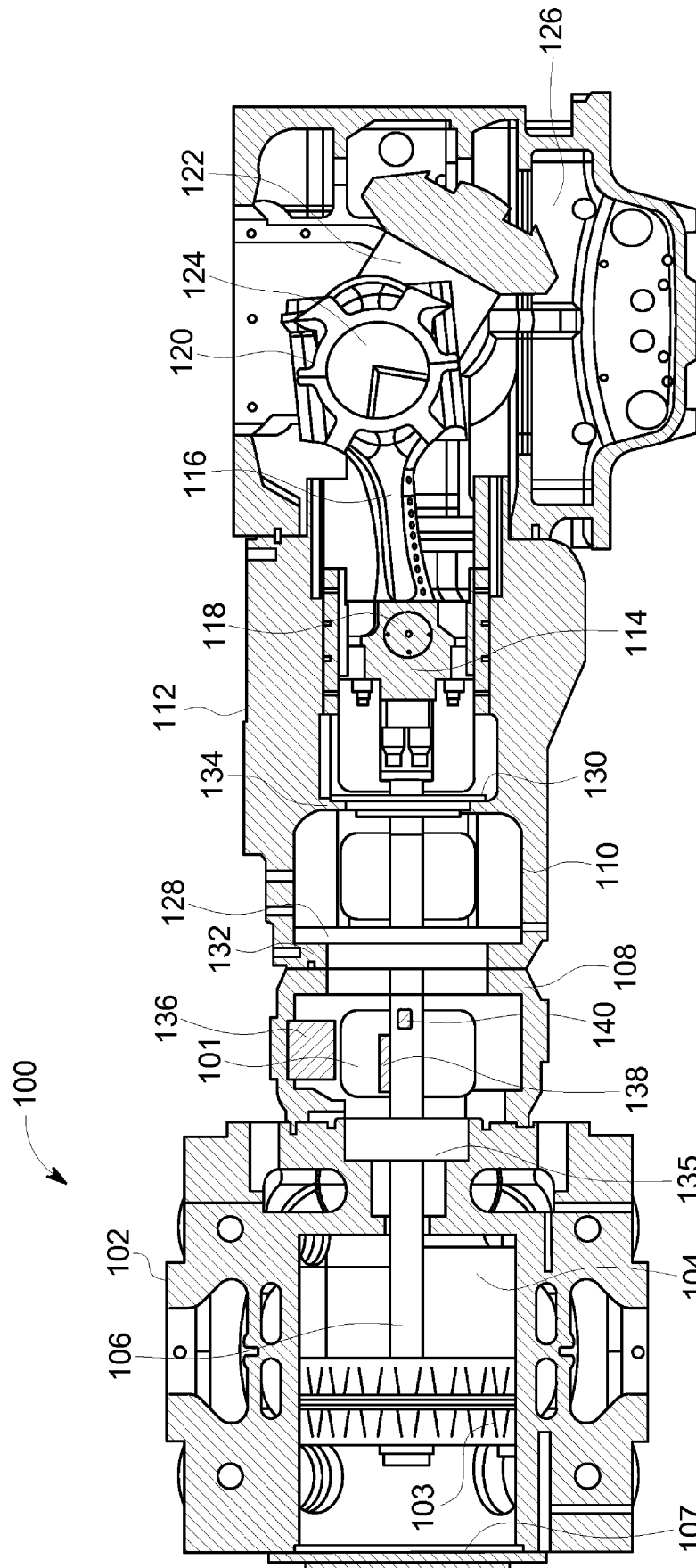


FIG. 1

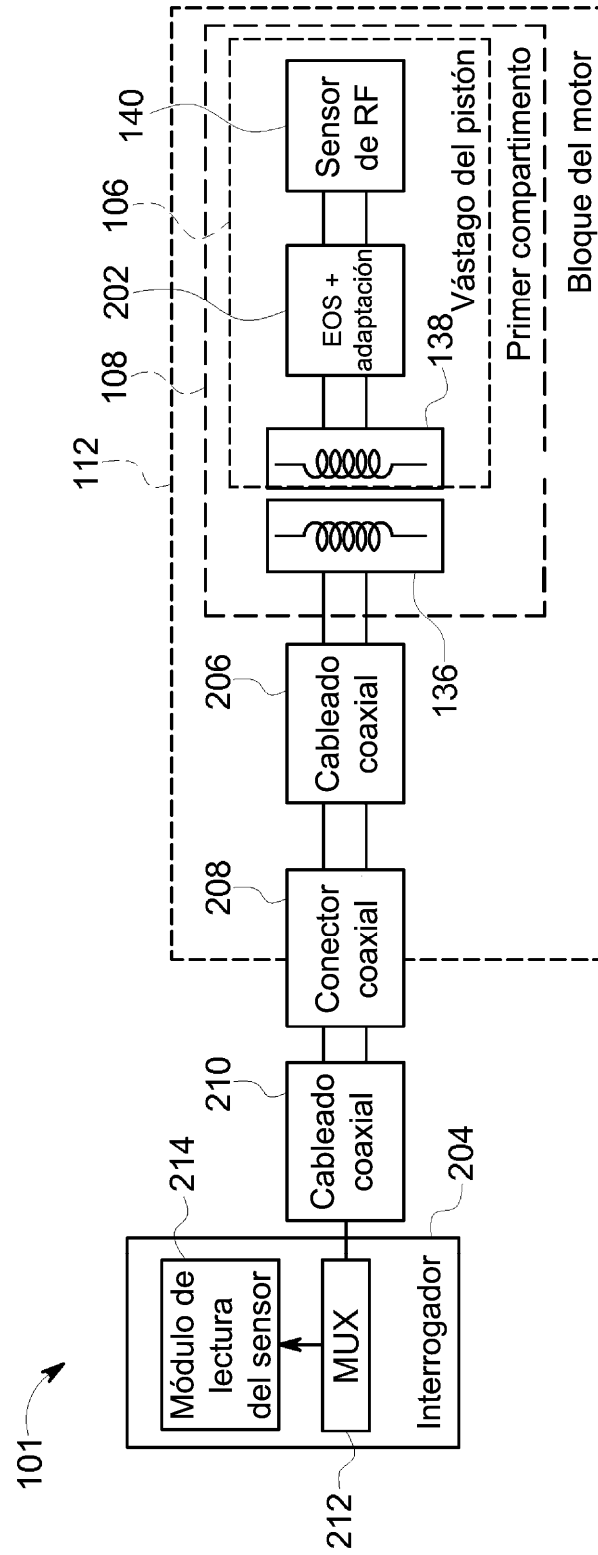


FIG. 2

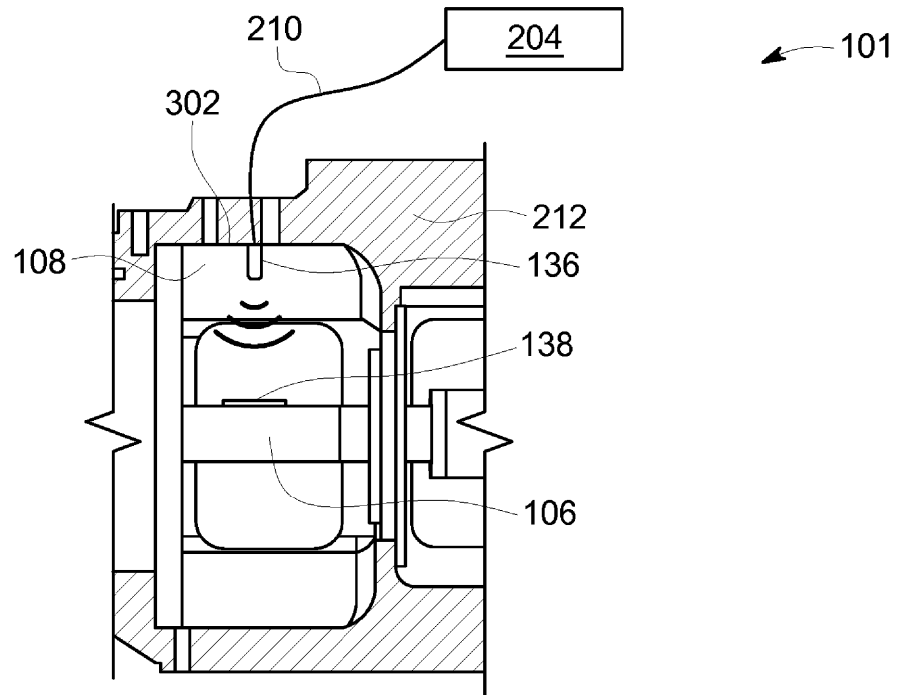


FIG. 3

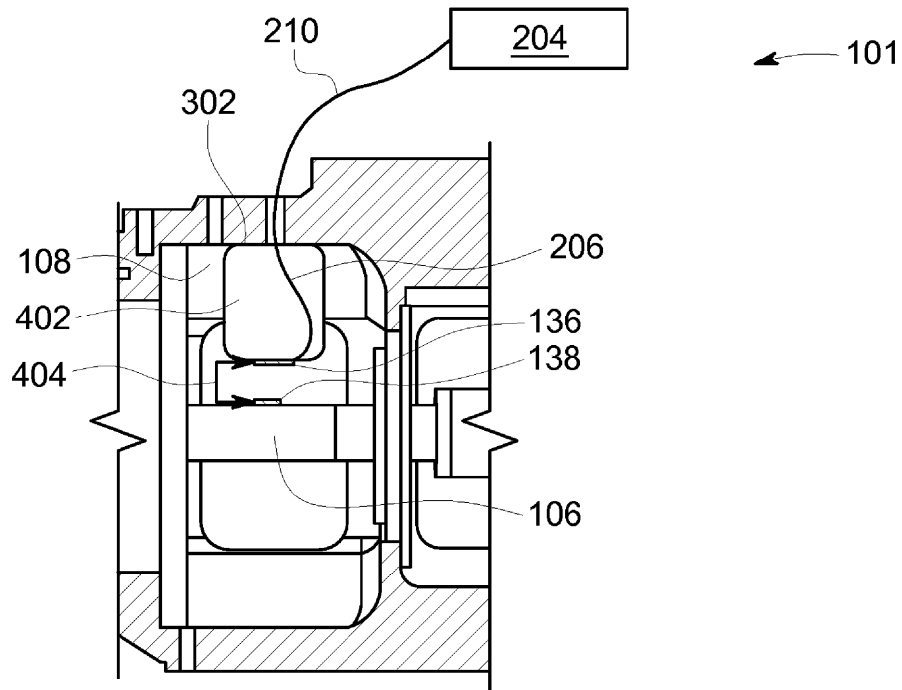


FIG. 4

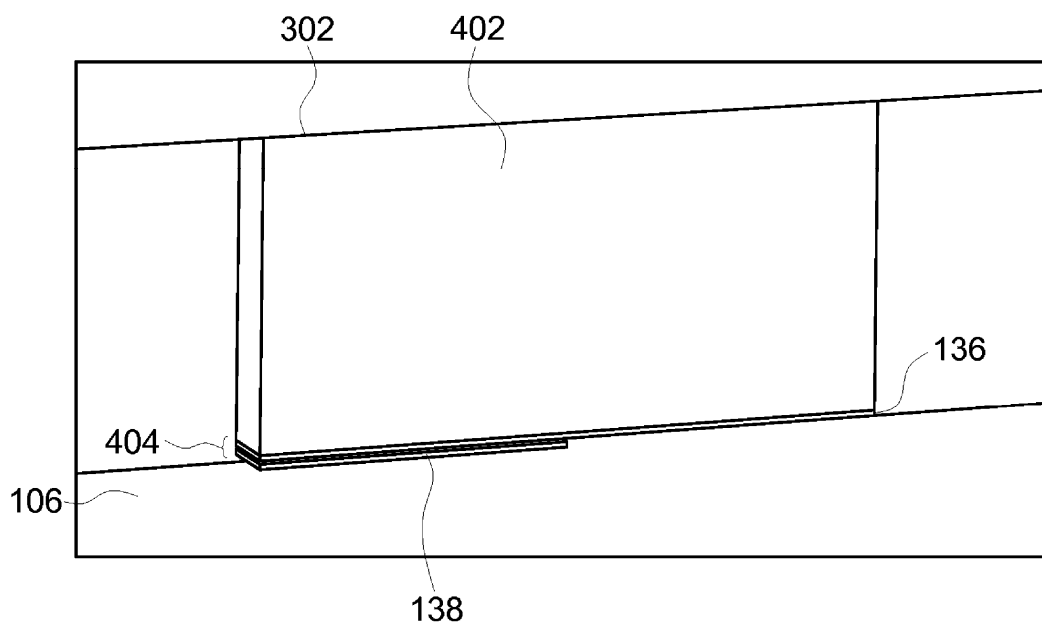


FIG. 5

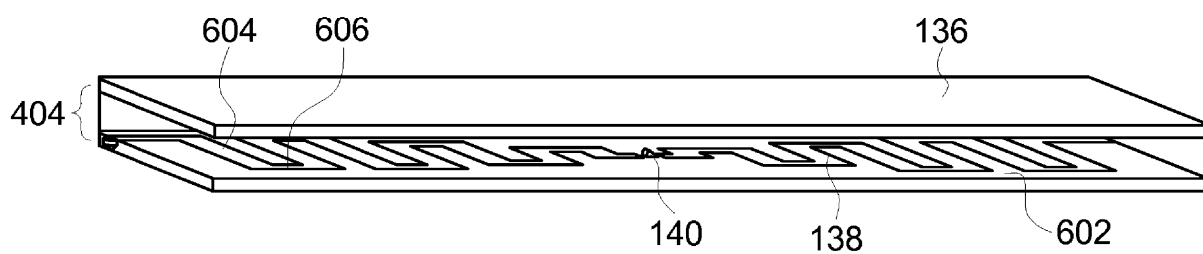


FIG. 6

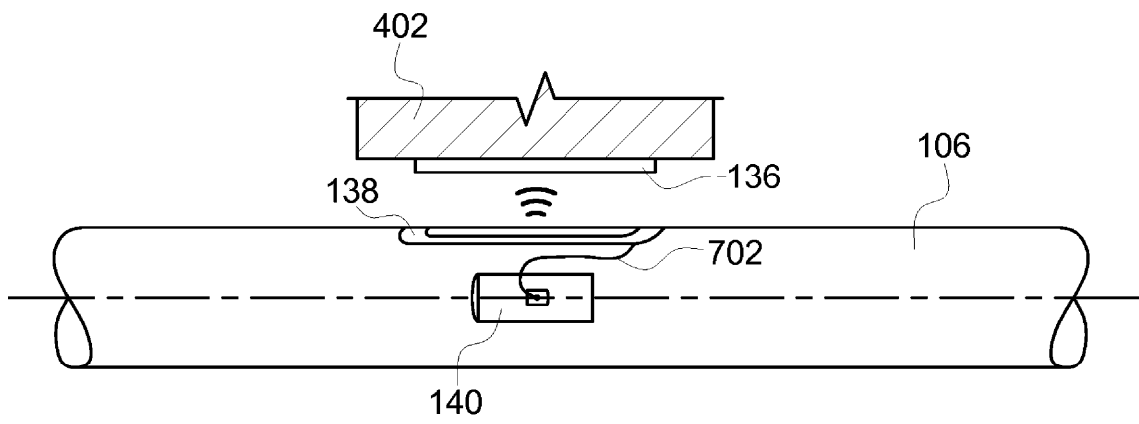


FIG. 7

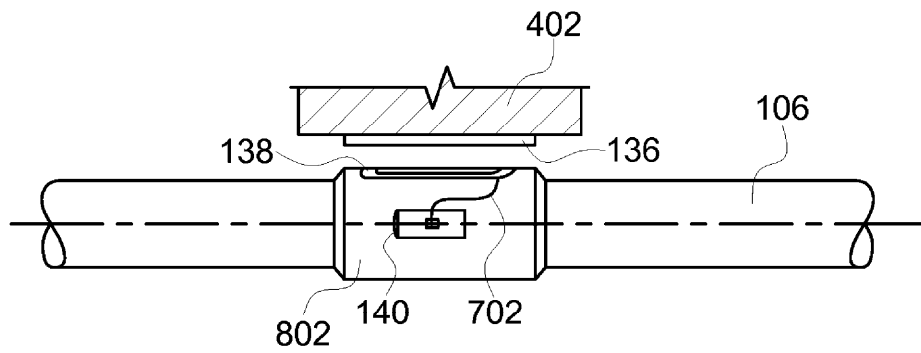


FIG. 8

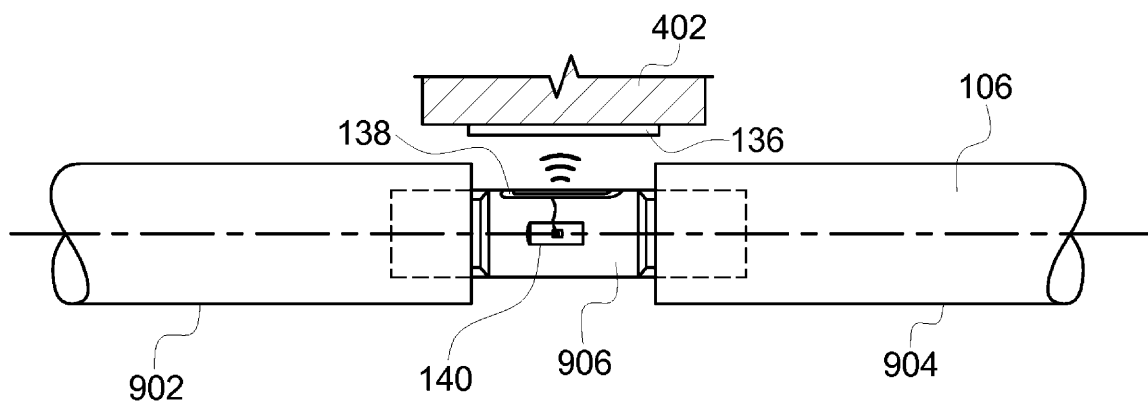


FIG. 9