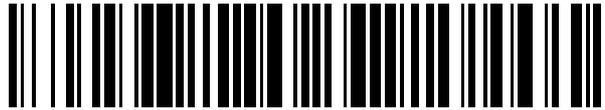


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 308**

51 Int. Cl.:

H02K 5/128 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2010** **E 10166694 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2012** **EP 2267869**

54 Título: **Conjunto de estanqueidad hermético y dispositivo eléctrico que lo incluye**

30 Prioridad:

25.06.2009 US 491326

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

20.02.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**JOHNSON, CURTIS ALAN;
PETERSON II, MYLES STANDISH;
VANDAM, JEREMY DANIEL;
YOSENICK, TIMOTHY JAMES;
WEEBER, KONRAD ROMAN;
YAGIELSKI, JOHN RUSSELL;
HASZ, WAYNE CHARLES y
MORRA, MARTIN MATTHEW**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 396 308 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

Conjunto de estanqueidad hermético y dispositivo eléctrico que lo incluye

Antecedentes

5 La presente invención se refiere en general a un dispositivo eléctrico con rotor y estator y se refiere, en particular, a un dispositivo eléctrico que incluye un conjunto de estanqueidad que protege al estator contra los entornos corrosivos.

10 Los dispositivos eléctricos Industriales, tales como los motores, a menudo incluyen una porción estacionaria, o estator, y una porción rotativa, o rotor. Típicamente, el rotor y el estator están configurados para producir campos magnéticos opuestos, generando de esta manera un movimiento de rotación en el rotor que se utiliza para realizar un trabajo mecánico. En la industria del petróleo y gas, los conjuntos de rotor y estator pueden operar en un gas de proceso, que también puede servir como agente de enfriamiento. El gas de proceso típicamente es gas natural a presiones de aproximadamente 10 bar a aproximadamente 200 bar. Desafortunadamente, el gas natural puede tener un alto grado de contaminantes. Estos contaminantes pueden incluir agentes corrosivos tales como sulfuro de hidrógeno (H₂S), agua, CO₂, aceite y otros. En condiciones particularmente agresivas, la combinación de agua y H₂S conduce a gases más corrosivos, tales como el que es denominado gas sulfuroso húmedo o, con concentraciones más altas, gas ácido. La presencia de un entorno de gas de proceso que contenga los contaminantes anteriores plantea un riesgo importante para los componentes vulnerables del conjunto de estator.

20 Típicamente, un espacio separa el conjunto de estator del conjunto de rotor. Con el fin de maximizar la intensidad de campo magnético entre el estator y el rotor, este espacio se hace lo más pequeño posible sin dejar de cumplir los requisitos de holgura mecánica entre el eje del rotor y el estator. Los estatores actuales son encapsulados o no encapsulados. En el caso de estatores encapsulados, el encapsulado del estator protege los componentes del estator contra el entorno de proceso del conjunto de rotor. Un sistema de acuerdo con la técnica anterior se conoce por el documento norteamericano US-A-3 347 168.

25 Los encapsuladores de estatores generalmente necesitan soportar grandes diferenciales de presión, grandes gradientes de temperatura, y vibraciones mecánicas durante el funcionamiento. En entornos adversos de funcionamiento, las secciones del encapsulador situadas en el espacio entre el estator y el eje del rotor deben minimizar la fuga de gases de proceso corrosivos, deben resistir la corrosión en el entorno adverso del gas de proceso, se deben poder unir fácilmente a otras secciones del encapsulador, y deben minimizar las pérdidas por corrientes parásitas de Foucault para reducir las pérdidas eléctricas generales en la máquina.

30 Por lo tanto, hay una necesidad de proporcionar un material compatible, de baja pérdida y procesos para montar el mismo para la encapsulación del estator.

Breve descripción

Una realización de la presente invención es un sistema con un motor de acuerdo con la reivindicación 1.

Dibujos

35 Estas características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que los caracteres similares representan las partes similares en todos los dibujos, en los que:

La figura 1 es una representación diagramática en sección transversal de un sistema con un motor eléctrico con un conjunto de rotor y estator, de acuerdo con una realización de la presente invención.

40 La figura 2 es una representación diagramática en sección transversal de las diferentes posiciones relativas del estator con respecto al rotor.

La figura 3 es una representación esquemática de un separador cerámico monolítico con las regiones extremas en una realización de la presente invención.

45 La figura 4 es una representación diagramática de las diferentes uniones de brida metálica con respecto al separador cerámico monolítico en diversas realizaciones de la presente invención.

La figura 5 es una representación esquemática en sección transversal de una unión por soldadura fuerte entre la brida metálica y el separador cerámico monolítico en una realización de la presente invención.

La figura 6 es una representación esquemática en sección transversal de una unión por soldadura fuerte entre la brida metálica y el separador cerámico monolítico en una realización de la presente invención.

50 La figura 7 es una representación esquemática de la metalización del separador cerámico monolítico en una realización de la presente invención.

Descripción detallada

Las realizaciones de la presente invención incluyen conjuntos de estanqueidad herméticos protectores para un estator contra los gases de proceso del rotor en un motor de un sistema, y materiales, estructuras y procedimientos asociados para fabricar el conjunto de estanqueidad hermético.

- 5 En la siguiente memoria descriptiva y en las reivindicaciones que siguen, las formas singulares "un", "una" y "el", "la" incluyen referentes plurales a no ser que el contexto indique claramente lo contrario.

10 Varias realizaciones de la presente invención describen el uso de un conjunto de estanqueidad dentro de un motor eléctrico. El conjunto de estanqueidad comprende un separador cerámico monolítico dispuesto en un espacio entre el rotor y el estator, y al menos una unión tal que el conjunto de estanqueidad aisle herméticamente el rotor y el estator. Cada unión del conjunto de estanqueidad, ya sea utilizada para unir los componentes del conjunto de estanqueidad unos con los otros o sea utilizada para unir el conjunto de estanqueidad al resto del motor, es una unión por enlace químico. Tal como se utiliza en la presente memoria descriptiva, una "unión por enlace químico" es una unión que aplica enlace químico o metálica (tal como una unión hecha por soldadura fuerte de dos componentes juntos, o uniendo los componentes por la fusión y solidificación de un vidrio en la unión) y está esencialmente libre de uniones mecánicas. "Libre de uniones mecánicas" significa esencialmente que cada unión del conjunto de estanqueidad está libre de componentes de estanqueidad mecánicos, tales como anillos tóricos o juntas. Por lo tanto las uniones por enlace químico del conjunto de estanqueidad no utilizan ningún anillo tórico o juntas poliméricos o metálicos utilizados comúnmente en aplicaciones de vacío ultra - alto.

20 Como se utiliza en la presente memoria descriptiva y en todo el resto de la misma, el término "hermético" significa la capacidad de limitar una fuga de gas helio a un caudal inferior a 1×10^{-8} cm³ std /s. Limitar el caudal de fuga a este número bajo durante la larga vida de los conjuntos de estanqueidad no está bien explotado actualmente en la técnica. Además, muchas de las aplicaciones actuales que emplean los conjuntos de estanqueidad utilizan anillos tóricos para la estanqueidad. Los anillos tóricos actualmente conocidos comprenden típicamente materiales, tales como materiales orgánicos, que se sabe que se degradan en entornos adversos que pueden incluir altas temperaturas y presiones, y / o la presencia de gases corrosivos. Ya sea debido a la degradación, o por las propiedades inherentes de los materiales, los anillos tóricos o las juntas metálicas tienden a ser permeables a ciertos gases y especies en un período de tiempo. Por ejemplo, muchos materiales orgánicos se pueden degradar y se vuelven quebradizos con el uso a largo plazo en estos entornos y por lo tanto pueden conducir a fugas de gas a través de la junta. La presente invención supera esta deficiencia al no utilizar ningún tipo de anillos tóricos o juntas de cualquier material orgánico o metálico para la estanqueidad.

25 Por la selección de materiales y de diseño, el separador cerámico monolítico también está fabricado para tener un mínimo de pérdidas por corrientes parásitas de Foucault y eléctricas, y por lo tanto no afecta negativamente el rendimiento del motor de una manera sustancial. Además, la inercia química de los materiales cerámicos utilizados protege el estator de los entornos químicos adversos, tales como el H₂S al que está expuesto el rotor. La posibilidad de usar una sección de encapsulador cerámico con partes unidas también permite la aplicación de las realizaciones descritas en la presente memoria a motores eléctricos mayores. Por lo tanto, las realizaciones de la presente invención permiten el uso de una barrera no magnética dentro de una máquina eléctrica grande, en el que la barrera no contribuye a que se produzcan pérdidas eléctricas substanciales.

30 Haciendo referencia a continuación a los dibujos, la figura 1 muestra un sistema ejemplar 10 que incluye un motor 20 con un conjunto de rotor (también denominado en la presente memoria descriptiva como "rotor") 30 y un conjunto de estator (también denominado en la presente memoria descriptiva como "estator") 40. El rotor 30 incluye un eje 32 de rotor soportado en este ejemplo por cojinetes 34 (tales como cojinetes magnéticos), e imanes permanentes 36 con cajas de imanes 38, alineadas con y dispuestas en comunicación magnética con el conjunto de estator 40. En una realización ejemplar, el conjunto de estator 40 rodea el conjunto de rotor 30, e incluye el núcleo 42 de estator y devanados 44 de estator dispuestos para proporcionar un campo magnético cuando la corriente eléctrica circula a través de los devanados 44. Un espacio 50 separa el conjunto de rotor 30 del conjunto de estator 40. El espacio 50 puede ser evacuado, puede ser un espacio de aire o puede comprender cualquier fluido, incluyendo un gas de proceso.

35 Cuando es energizado apropiadamente, el conjunto de estator 40 es efectivo para atraer el conjunto de rotor 30 con el fin de proporcionar levitación y colocación radial del eje 32 del rotor. El sistema ilustrado 10 incluye, además, una encapsulación 60 del conjunto de estator 40. La encapsulación 60 del estator protege el estator 40 contra el entorno de gas de proceso corrosivo. En una realización ejemplar, el encapsulador 60 del estator está formado por múltiples secciones, tales como 62, 64, y 66 que se unen en diferentes interfaces, tales como 68.

40 Aunque la figura 1 representa una realización de la disposición de estator y rotor en la que el estator 40 rodea el rotor 30, disposiciones alternativas para el estator y el rotor están representadas en la figura 2, por ejemplo. En una realización, el rotor 30 está posicionado alrededor del estator 40 y rota en el campo magnético del estator como se muestra en la disposición 80, y en otra realización ejemplar, el estator 40 y el rotor 30 pueden estar posicionados axialmente, como se muestra en la disposición 90.

En una realización de la presente invención, el encapsulador 60 del estator incluye un conjunto de estanqueidad 100. El conjunto de estanqueidad 100 incluye las secciones 62 y 64 del encapsulador del estator (figura 1). La figura 3 representa por separado el conjunto de estanqueidad 100, incluyendo un separador cerámico monolítico 110. El conjunto de estanqueidad 100 que se usa en la presente memoria descriptiva, es sustancialmente inerte a un entorno que comprende un fluido de proceso, tales como aceite sin tratar, materiales acuosos de alta salinidad, gas de entorno adverso incluyendo H₂S, un gas ácido, o un gas de pozo. El separador cerámico monolítico 110 es un componente cerámico dispuesto entre el rotor 30 y el estator 40 en el espacio 50. Aunque se utiliza la palabra monolítico, esto no necesariamente indica que el separador cerámico sea esencialmente de una única pieza, sino que el término se utiliza en la presente memoria descriptiva para distinguir el material utilizado en el separador de los materiales compuestos orgánicos. Como se utiliza en la presente memoria descriptiva y en el resto de la memoria descriptiva, el término "separador cerámico monolítico" se refiere a una estructura completa rígida sustancialmente indiferenciada, hecha de una o más piezas. En un ejemplo no limitativo, el separador cerámico monolítico 110 se prepara uniendo herméticamente dos o más secciones cerámicas tales como 112 y 114 por uniones de sección que comprenden esencialmente uniones por enlace químico. La densidad del material cerámico usado para formar el separador 110 se selecciona de manera que la propia cerámica sea hermética. En una realización, las secciones cerámicas del separador cerámico monolítico 110 son sustancialmente densas superando el valor de la densidad aproximadamente el 98% de la densidad teórica. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que muchas cerámicas se pueden hacer herméticos con densidades significativamente más bajas, por ejemplo, aproximadamente el 90% de su densidad teórica, por lo que en algunas realizaciones, la densidad de las secciones cerámicas es al menos aproximadamente el 90% de la densidad teórica.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan la capacidad de unir herméticamente dos o más secciones cerámicas, y por lo tanto proporcionar un procedimiento de fabricación para sellar el estator 40 contra los gases del proceso, incluso en motores eléctricos grandes y de alta velocidad, sin pérdidas significativas por la corrosión en entornos de proceso adversos. En una realización, el separador cerámico monolítico 110 puede tener, además, un recubrimiento dispuesto sobre las superficies interior o exterior (no mostradas). El recubrimiento puede comprender cualquier material tal como un metal, una aleación, un material cerámico o un material compuesto resistentes a la corrosión o a la erosión con el fin de aumentar el rendimiento y la vida del tubo cerámico monolítico.

Aunque diferentes formas geométricas del separador cerámico monolítico 110 se encuentran dentro del alcance de esta invención, en una realización el separador cerámico monolítico 110 es de forma cilíndrica. Los materiales y diseño de la sección de unión del separador cerámico monolítico 110 se eligen de manera que los materiales produzcan mínimas corrientes parásitas de Foucault y / o otras pérdidas eléctricas en los campos magnéticos del rotor y del estator, y por lo tanto, no repercutan negativamente en el rendimiento del motor 20. Además, la inercia química de los materiales utilizados protege el estator contra los entornos químicos adversos a los que está expuesto. Por ejemplo, las pérdidas eléctricas generadas por la utilización de un separador cerámico monolítico 110 construido usando un material de alúmina con aproximadamente 10 mm de grosor es despreciable durante el funcionamiento del motor 20.

En una realización, el conjunto de estanqueidad 100 aísla herméticamente los conjuntos de rotor 30 y de estator 40 (figura 1). En otra realización ejemplar, el separador cerámico monolítico 110 está aislado mecánicamente del estator. Como se usa en la presente memoria descriptiva, el término "aislado mecánicamente" significa que el estator 40 no soporta directamente el separador cerámico monolítico 110 y por lo tanto la mayor parte de las vibraciones mecánicas de las partes del estator no son transmitidas al separador cerámico monolítico 110. En una realización, el separador cerámico monolítico 110 puede encontrar su soporte en otras regiones del conjunto de estanqueidad 100. Opcionalmente, unos bloques de plástico resistentes a la vibración y a la abrasión pueden ser posicionados entre el separador cerámico monolítico 110 y el estator 40 con el fin de ayudar a la alineación inicial durante el montaje.

El separador cerámico monolítico 110 en la figura 3 comprende dos superficies. Una primera superficie 116 está próxima al estator 40 y una segunda superficie 118 está próxima al rotor 30. En ausencia de soporte directo del estator, una estrategia para mantener la integridad mecánica y para aumentar la vida útil del separador cerámico monolítico 110 es aplicar un sistema de compensación de presiones 70 (figura 1) para minimizar la diferencia entre la presión que actúa sobre la primera superficie 116 y la presión que actúa sobre la segunda superficie 118 del separador cerámico monolítico 110. El sistema compensador de presiones 70 puede ser un diafragma, un fuelle, un sistema de intercambio de volumen, o cualquier otro tipo de compensador de presiones. El compensador de presión 70 ayuda a equilibrar las presiones ejercidas sobre el encapsulador 60 del estator por medio de la entrega de un fluido hidráulico 72. Los fluidos hidráulicos son el medio por el cual se puede transferir la presión y pueden estar compuestos por cualesquiera gases o líquidos, incluyendo aire, agua, gas de proceso, aceites o polímeros.

Un ejemplo de un sistema de compensación de presiones es un fuelle grande que mantiene un fluido hidráulico 72, que puede disponer de una cantidad requerida de fluido hidráulico 72 para controlar la diferencia entre la presión que actúa sobre la primera superficie 116 (figura 3) y la presión que actúa sobre la segunda superficie 118. El fluido hidráulico 72 puede entrar en contacto con el separador cerámico monolítico 110 en la primera superficie 116 o en la segunda superficie 118, dependiendo de la configuración del motor. Por ejemplo, durante una operación del motor 20 en una atmósfera gaseosa, hay una posibilidad de tener un gas de proceso en la proximidad del rotor 30. En una realización, el gas de proceso puede ejercer una presión sobre la superficie 118 del separador cerámico monolítico 110, que es equilibrada por el fluido hidráulico 72 dispuesto cerca de la superficie opuesta 116. En una forma de

realización ejemplar, el aceite está dispuesto como un fluido hidráulico en la superficie 116 del separador cerámico monolítico 110.

El separador cerámico monolítico 110 puede comprender cualquier material cerámico que incluye vidrios y óxidos cristalinos o amorfos, nitruros y carburos. Los ejemplos no limitativos de los materiales del separador cerámico monolítico incluyen óxido de zirconio, carburo de silicio, nitruro de silicio, alúmina, mullita, nitruro de titanio, rutilo, anata, carburo de boro, nitruro de boro, óxido de berilio, sílice, vidrios con base de sílice, o cualquier combinación que incluya cualquiera de estos materiales.

Como se ha explicado en las secciones anteriores, el separador cerámico monolítico 110 puede comprender, en ciertas realizaciones, uniones de sección, tales como la unión 120 entre una pluralidad de secciones cerámicas, tales como, por ejemplo, las secciones 112 y 114. En una realización, al menos una de las uniones de sección 120 entre las secciones cerámicas comprende un enlace de adhesión por difusión. El enlace de adhesión por difusión es un proceso de unión en el que el mecanismo principal es la inter difusión de átomos a través de la interfaz. El enlace de adhesión por difusión se puede formar por la difusión entre las caras cerámicas, o caras cerámicas metalizadas. Alternativamente la unión de sección 120 se puede formar por medio del uso de un material vítreo, tal como aquellos materiales conocidos en la técnica como "fritas", entre las secciones cerámicas para obtener una junta de vidrio. Los materiales vítreos o fritas de vidrio se seleccionan para la compatibilidad química con las secciones cerámicas y la capacidad de fabricación del separador cerámico monolítico 110 mediante la unión de las secciones 112 y 114. Los ejemplos no limitativos de los materiales vítreos que pueden ser utilizados incluyen óxido de silicio, óxido de boro, óxido de bismuto, óxido de plomo, óxido de calcio, óxido de sodio, óxido de potasio o cualquier combinación que incluya cualquiera de estos materiales.

En otra realización, al menos una de las uniones de sección 120 entre las secciones cerámicas 112 y 114 es una unión por soldadura fuerte, y por lo tanto el conjunto 120 comprende un material de soldadura fuerte 122. El material de soldadura fuerte puede incluir uno o más materiales tales como oro, cobre, plata, platino, paladio, níquel, titanio, vanadio, circonio berilio, o cualquier aleación que incluya cualquiera de estos materiales. En ciertas realizaciones, el material de soldadura fuerte es un material denominado de "soldadura activa", que contienen constituyentes tales como titanio, vanadio, níquel, u otros elementos que promueven la humectación sobre una superficie cerámica. El material de soldadura 122, que comprende una porción metálica en la unión 120 en la zona afectada eléctricamente, está dispuesto para ser lo suficientemente fina de manera que no tenga un impacto negativo en el funcionamiento. En algunas realizaciones, las respectivas superficies de unión 124 y 126 de las secciones 112 y 114 comprenden un recubrimiento metálico para ayudar en la humectación del material de soldadura fuerte en las secciones 112 y 114, proporcionando de ese modo una unión mejorada. En una realización, el recubrimiento metálico 128 puede incluir molibdeno, manganeso, o una capa de metalización de manganeso - molibdeno que puede ser unida a la cerámica. La capa de metalización adicional puede ser chapada con una capa de níquel. Aunque se pueden considerar distintos los procedimientos para unir las secciones cerámicas tales como 112 y 114, en una realización particular se utiliza un procedimiento de soldadura fuerte para unir diferentes secciones cerámicas.

El conjunto de cierre hermético 100 (figura 3) puede comprender, además, regiones extremas 130 unidas herméticamente al separador cerámico monolítico 110. Las regiones extremas 130 pueden comprender un material cerámico, un material metálico, o un cermet. En una realización particular, la región extrema comprende una aleación 625. En una realización, al menos una de las regiones extremas 130 está unida herméticamente al separador cerámico monolítico 110 por medio de una brida adaptadora 140. La brida adaptadora 140, en una realización ejemplar, está hecha de un metal o aleación. En ciertas realizaciones, la brida adaptadora 140 puede comprender elementos tales como oro, níquel, titanio, plata, cobre, platino, paladio, niobio, tantalio, molibdeno, aleación 625, circonio, cobalto, cromo, acero inoxidable, o cualquier combinación de estos materiales. En una realización ejemplar, la brida adaptadora 140 comprende una súper aleación con base de níquel. En algunas realizaciones, la brida adaptadora comprende niobio. En una realización, la brida adaptadora 140 está hecha de una aleación con base de niobio y todavía en otra realización, la brida adaptadora 140 está hecha de un niobio comercialmente puro.

La brida adaptadora puede estar unida herméticamente al separador cerámico monolítico 110 o a regiones extremas 130 por diferentes medios. En una realización, la brida adaptadora 140 está unida al separador cerámico monolítico 110 en su superficie de unión 142 por medio de una unión de brida adherida químicamente. En otra realización, la unión de brida es esencialmente una unión por soldadura fuerte 150, que se representa en detalle en la figura 6 y que se explicará adicionalmente más adelante. La posibilidad de unir herméticamente el separador cerámico monolítico 110 a la brida adaptadora 140 permite que el separador cerámico monolítico sea posicionado en el motor 20 durante el montaje, independiente de las grandes regiones extremas 130. La brida adaptadora 140 puede entonces ser unida posteriormente a las regiones extremas grandes 130 formando una junta hermética mediante un procedimiento de unión conocido.

La figura 4 representa esquemáticamente algunas de las muchas uniones posibles entre el separador cerámico monolítico 110 y una brida adaptadora metálica 140, tal como una unión de tipo sándwich (162), una unión escalonada (164), una unión a tope (166), y una unión solapada (168). En una realización ejemplar, el separador cerámico monolítico 110 está unido a la brida adaptadora metálica 140 por medio de una unión de tipo sándwich (162). En otra realización ejemplar, el separador cerámico monolítico 110 está unido a la brida adaptadora metálica 140 por

medio de una unión a tope (166). En otra realización, la unión utilizada es una combinación de dos o más tipos de estas uniones.

La brida adaptadora 140 puede tener cualquier forma y tamaño compatibles para unir herméticamente las regiones extremas 130 al separador cerámico monolítico 110. En una realización, la brida adaptadora tiene forma cilíndrica. En otra realización ejemplar, la brida adaptadora 140 comprende una combinación de dos o más secciones que comprenden metales o aleaciones similares o diferentes. Por ejemplo, en una realización, la brida adaptadora 140 tiene una combinación de dos cilindros concéntricos, como se muestra en la representación esquemática en sección transversal en la figura 5 y se une al separador cerámico monolítico 110 por medio de una unión por soldadura fuerte 150, por ejemplo, una unión a tope (166) como se muestra en la figura 4. La combinación de las secciones interior 141 y exterior 143 ayuda a lograr resistencia a la corrosión contra los gases del proceso y también una relación de expansión térmica controlada compatible con el separador cerámico monolítico 110. En el presente ejemplo, la sección interior 141 proporciona una unión hermética al tubo cerámico, soporta las cargas mecánicas impuestas por la operación del sistema, y resiste la corrosión mientras está expuesta a los gases de proceso. Un ejemplo del material que se puede utilizar como sección interior 141 de la brida adaptadora 140 es la aleación 625. La sección exterior 143 ayuda a limitar la expansión térmica de la sección interior 141 durante el proceso de soldadura fuerte. El material para la sección exterior 143 se puede seleccionar de manera que tenga un bajo coeficiente de expansión térmica y un módulo elástico alto a temperaturas elevadas, posibilitando de esta manera que una brida adaptadora de combinación 140 pueda ser producida de tal forma que la relación efectiva de expansión térmica de la brida adaptadora 140 coincida con el coeficiente de expansión térmica del separador cerámico monolítico 110. El molibdeno se utiliza como material para la sección exterior 143 en el presente ejemplo. La sección exterior 143 puede estar unida al cilindro interno por diferentes técnicas de adhesión, tales como adhesión por difusión, soldadura de inercia, o soldadura fuerte. Alternativamente, la sección exterior 143 puede estar formada directamente sobre la superficie de la sección interior 141 por medio de diferentes procedimientos tales como recubrimiento, chapado, deposición, fundición, fijación mecánica o pulverización térmica.

Como se ha explicado más arriba, la figura 6 representa una unión por soldadura fuerte 150 entre la cara de unión 142 del separador cerámico monolítico 110 y una brida adaptadora 140. En una realización, la unión por soldadura fuerte 150 incluye un material de soldadura fuerte 152 como se muestra en la disposición 144. En ciertos diseños de la unión por soldadura fuerte 150, una capa de metalización adicional es aplicada sobre la brida adaptadora (no mostrada). En otra realización, la unión por soldadura fuerte 150 incluye los materiales de soldadura fuerte 152, 154 y una capa intermedia metálica 156 como se muestra en la disposición 146. Una capa intermedia metálica, en ciertas situaciones, puede ayudar a acomodar las tensiones mecánicas presentes en las secciones cerámicas. Los materiales de soldadura fuerte 152 y 154 pueden ser materiales idénticos o diferentes. Generalmente, la unión por soldadura fuerte 150, y los materiales de soldadura fuerte 152, 154 están diseñados con materiales que son capaces de operar en entornos adversos. Los materiales de soldadura fuerte 152, 154 pueden incluir elementos tales como oro, cobre, plata, platino, paladio, níquel, titanio, vanadio, circonio, berilio, o cualquier aleación que incluya cualquiera de estos materiales. La capa metálica intermedia 156 puede incluir oro, plata, cobre, níquel, plomo, titanio, niobio, platino, tantalio, cromo, o cualquier aleación que incluye cualquiera de estos materiales. La capa metálica intermedia puede ser introducida en la unión por soldadura fuerte 150 en diferentes formas, incluyendo una película o polvos. En una realización ejemplar, los polvos metálicos se introducen entre los materiales de soldadura fuerte 152 y 154 y son prensados isostáticamente en caliente para formar la capa metálica intermedia 156.

Otro requisito de una unión por soldadura fuerte 150 es que sea conforme para acomodar la rigidez del separador cerámico monolítico 110. Esta conformidad se puede lograr mediante el diseño adecuado de la brida adaptadora 140 y la unión por soldadura fuerte 150. Por consiguiente, en una realización, la brida adaptadora 140 tiene una forma conforme, tal como una unión por fuelle. Además, la brida adaptadora 140 se puede diseñar para que tenga cualquier capacidad de carga requerida y para que tenga la capacidad de manejar la expansión térmica diferencial del separador cerámico monolítico 110 y de las regiones extremas 130. En ciertas realizaciones, la unión por soldadura fuerte 150 se forma sobre el separador cerámico monolítico 110 antes del montaje del estator 40 y en algunas otras realizaciones, la unión por soldadura fuerte 150 se pueden formar durante el montaje del estator 40.

La unión por soldadura fuerte 150 entre el separador cerámico monolítico 110 y la brida adaptadora 140 en una superficie de unión 142 del separador cerámico monolítico 110, puede comprender, además, una capa de metalización 158 que facilita la unión con la brida adaptadora 140. Esta capa de metalización 158 puede comprender molibdeno, molibdeno - manganeso, níquel, tungsteno, cromo, titanio, cobre, boro, niobio, aleación 625, o combinaciones de cualquiera de estos materiales. En una realización, la capa de metalización comprende, además, una capa de humectación para aumentar la compatibilidad de unión con el separador cerámico monolítico 110. Un ejemplo no limitativo de esa capa de humectación es una capa que comprende níquel.

La brida adaptadora 140 puede estar unida herméticamente a las regiones extremas 130 por una unión de región extrema adherida químicamente 170 seleccionada entre las distintas uniones, tales como una unión directa, una unión soldada, una unión de adhesión por difusión, una unión por soldadura fuerte, una unión de adhesión sinterizada, una unión de adhesión por fusión, o cualquier combinación de estas uniones. En una realización en la que la brida adaptadora se une a la región extrema por una unión directa, la brida adaptadora se une a la región extrema directamente por sinterización, prensado isostático en caliente (HIP), pulverización a la llama, o depositando de otra

manera el material adaptador directamente en la región extrema. En una realización ejemplar, la unión 170 comprende una unión soldada.

La unión por brida 150 entre el separador cerámico monolítico 110 y la brida adaptadora 140 y la unión de las regiones extremas 170 entre la región extrema 130 y la brida adaptadora 140 puede ser protegida adicionalmente por medio de la aplicación de recubrimientos protectores 180 y 190, respectivamente, como se muestra en la figura 7. Los recubrimientos protectores 180 y 190 pueden proteger las uniones 150 y 170 de la degradación, como la producida por erosión y la corrosión. Un ejemplo de degradación es la corrosión galvánica, formada normalmente en las uniones de materiales diferentes. Los recubrimientos protectores 180 y 190 pueden estar dispuestos sobre las superficies exteriores 182 y 192 o las superficies interiores 184 y 194 de las uniones 150 y 170 respectivamente. En una realización, los recubrimientos protectores 180 y 190 pueden estar dispuestos en las superficies exteriores 182 y 192 o las superficies interiores 184 y 194 de las uniones 150 y 170 respectivamente. En una realización, el recubrimiento protector 180 cubre las superficies del extremo de unión de la brida adaptadora, cualesquiera capas de metalización 158, capas de soldadura fuerte 152, 154, y 156, capas metálicas intermedias presentes y el extremo de unión 142 del separador cerámico monolítico 110. En otra realización, la capa de metalización 158 dispuesta en la cara de unión 142 del separador cerámico monolítico se extiende sobre la superficie del extremo de unión del separador cerámico monolítico 110 y el recubrimiento protector separado 180 cubre el resto de las superficies de unión por soldadura fuerte 150.

Los recubrimientos protectores 180 y 190 pueden estar hechos de una sola capa o de múltiples capas y pueden comprender cualesquiera materiales tales como metales, cerámica, vidrio, polímeros, o cualquier combinación de estos materiales. Los recubrimientos protectores 180 y 190 pueden ser de los mismos materiales o de materiales diferentes dependiendo de sus funciones. Las composiciones de los recubrimientos protectores se seleccionan para que correspondan a una o ambas de las composiciones presentes alrededor de una unión 150 o 170. En una realización, al menos una capa del recubrimiento protector 180 comprende un metal refractario. Ejemplos de metales refractarios incluyen niobio, tantalio, circonio. En otra realización, el recubrimiento protector 180 comprende un material refractario, tal como carburo de tungsteno o carburo de silicio. En otra realización, el recubrimiento protector 180 comprende combinaciones de varios elementos tales como Co, Cr, o Al. En una realización adicional, el recubrimiento protector 190 incluye un metal o cerámica. En una realización ejemplar, el recubrimiento protector comprende un óxido de un metal.

Los recubrimientos protectores 180 y 190 se pueden aplicar a las superficies 182, 184, 192 y 194 de las uniones 150 y 170, respectivamente, por cualquier procedimiento de recubrimiento, incluyendo la deposición química de vapor (CVD), deposición física de vapor (PVD), pulverización térmica, deposición sol - gel, deposición por haz de electrones, galvanoplastia, recubrimiento iónico, o cualquier combinación de éstos. En una realización particular, al menos uno de los recubrimientos protectores 180 o 190 es formado por la oxidación de los elementos presentes en la región de unión 150 o 170.

El sistema 10 comprende el motor 20 con el rotor 30, el estator 40 y el conjunto de estanqueidad 100 que se han descrito en las realizaciones anteriores se pueden utilizar en diferentes aplicaciones, incluyendo los lugares en los que hay entornos duros y adversos. Las aplicaciones de estos sistemas incluyen en la industria petrolera y de gas, las operaciones submarinas, para mencionar sólo algunas.

Ejemplos:

El ejemplo siguiente ilustra realizaciones de acuerdo con la presente invención, y como tales no se deben interpretar como limitaciones impuestas a las reivindicaciones.

Dos secciones cilíndricas 112 y 114 (figura 3) con alrededor de 0,90 m de longitud, diámetro exterior de 0,30 m y aproximadamente 10 mm de espesor se prepararon con aproximadamente el 99% de la densidad teórica utilizando material de alúmina. Las dos secciones 112 y 114 se unieron herméticamente una a la otra usando una unión de sección por soldadura fuerte para formar el separador cerámico monolítico 110. Los extremos cerámicos a unir entre sí se recubrieron con una capa de molibdeno manganeso, utilizando níquel como capa de humectación, y se unieron con una soldadura fuerte. Los otros extremos libres de las secciones cerámicas 112 y 114 también se metalizaron con una capa de molibdeno - manganeso usando níquel como capa de humectación. Una brida adaptadora de niobio 140 se unió a ambos extremos metalizados mediante el uso de una soldadura de oro. El separador cerámico monolítico 110 junto con la brida adaptadora 140 se montó entre el rotor 30 y el estator 40 del motor 20 (figura 1). Las regiones extremas 130 de aleación 625 fueron unidas herméticamente a la brida adaptadora 140 mediante el uso de una soldadura de oro para formar el conjunto de estanqueidad hermético 100. Además, las superficies interior y exterior de las uniones 150 y 170 del conjunto de estanqueidad 100 pueden ser recubiertas con un metal que sea capaz de formar fácilmente un óxido, básicamente para proteger las uniones 150 y 170 contra cualquier tipo de corrosión o de erosión. El rotor 30 puede ser operado, por ejemplo, en un entorno de aproximadamente el 60% de H₂S en volumen, 30% de CO₂, siendo el resto H₂O, N₂ e hidrocarburos. El entorno que rodea el rotor ejerce una presión sobre la superficie 118 del separador cerámico monolítico 110, que está equilibrada por aceite 72 aspirado de un depósito de aceite 70 y dispuesto sobre la superficie opuesta 116 del separador cerámico monolítico 110.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) que comprende:
 - un motor (20) que comprende
 - un rotor (30);
 - 5 un estator (40); y
 - un conjunto de estanqueidad (100) que comprende
 - al menos una unión (120), y
 - un separador cerámico monolítico (110) dispuesto en un espacio (50) entre el rotor (30) y el estator (40);
 - 10 en el que el conjunto de estanqueidad (100) aísla herméticamente el rotor (30) y el estator (40) **que se caracteriza porque**
 - el separador (110) comprende una primera superficie (116) próxima al estator (40) y una segunda superficie (118) próxima al rotor (30), y en el que el sistema (10) comprende, además, un sistema de compensación de presión (70) dispuesto para controlar la diferencia entre la presión que actúa sobre la primera superficie (116) y la presión que actúa sobre la segunda superficie (118).
- 15 2. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que el separador cerámico monolítico (110) está aislado mecánicamente del estator (40).
3. El sistema (10) de la reivindicación 1 o 2, en el que el separador cerámico monolítico (110) comprende una pluralidad de secciones cerámicas (112, 114) unidas por al menos una unión de sección (120), en el que la unión de sección (120) es una unión por enlace químico.
- 20 4. El sistema (10) de la reivindicación 3, en el que al menos una de las secciones cerámicas (112, 114) comprende, además, un recubrimiento de metal (128) dispuesto sobre una cara de unión (124, 126).
5. El sistema (10) de cualquier reivindicación precedente, en el que el conjunto de estanqueidad (100) comprende, además, una región extrema (130), y en el que la región extrema (130) está unida al separador cerámico monolítico (110) por una brida adaptadora (140).
- 25 6. El sistema (10) de la reivindicación 5, en el que la brida adaptadora (140) y el separador cerámico monolítico (110) están unidos en una unión de brida, y en el que el sistema (10) comprende, además, un recubrimiento dispuesto sobre la unión de brida.
7. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que el conjunto de estanqueidad hermético (100) comprende también regiones extremas (130), y el separador cerámico monolítico (110) está unido herméticamente a las regiones extremas (130) por una brida adaptadora (140) por medio de una unión a tope (164), y en el que la brida adaptadora (140) tiene una forma cilíndrica y comprende una sección interior de aleación (625) y una sección exterior de molibdeno.
- 30 8. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que el separador cerámico monolítico (110) comprende una pluralidad de secciones cerámicas (112, 114) unidas por al menos una unión de sección (120), en el que cada una de las uniones de sección (120) es una unión por adhesión química.
- 35 9. El sistema (10) de la reivindicación 1, en el que el conjunto de estanqueidad hermético (100) comprende también regiones extremas (130), y el separador cerámico monolítico (110) está herméticamente unido a las regiones extremas (130) por una brida adaptadora (140), y en el que la brida adaptadora (140) está unida al separador cerámico monolítico (110) y a las regiones extremas (130) por medio de uniones por enlace químico.

40

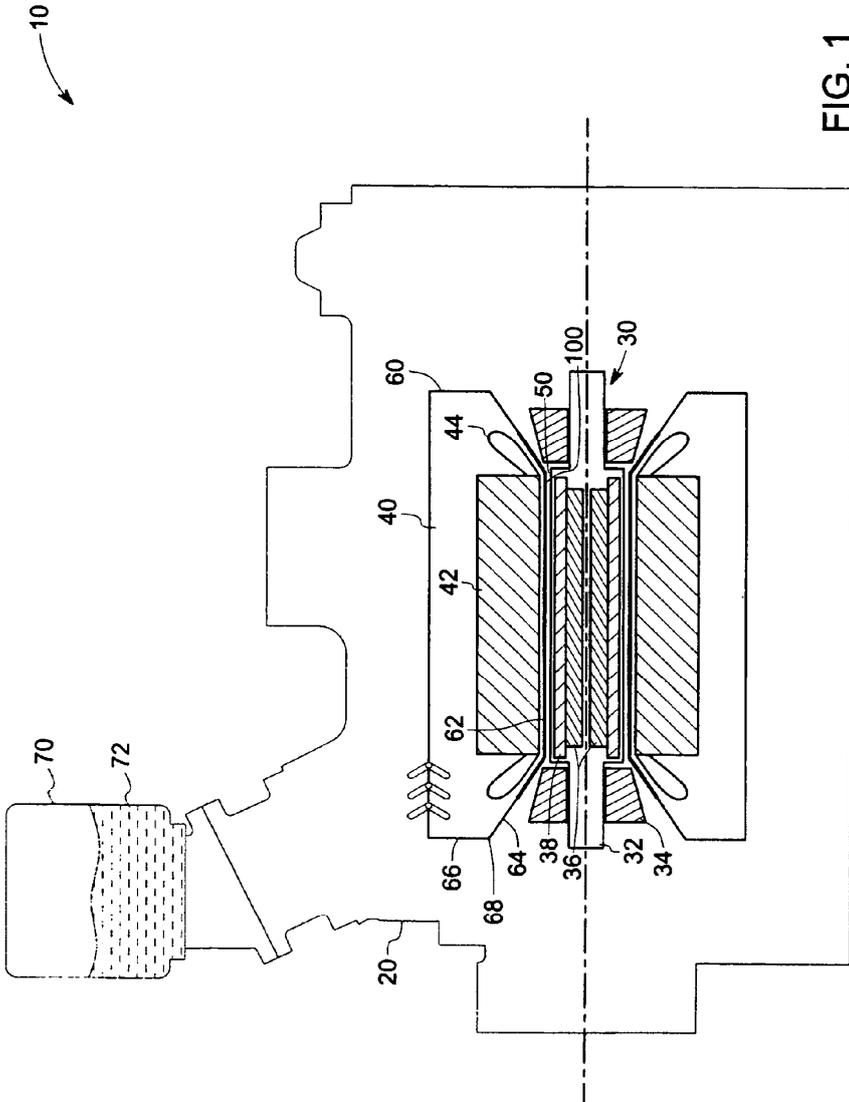


FIG. 1

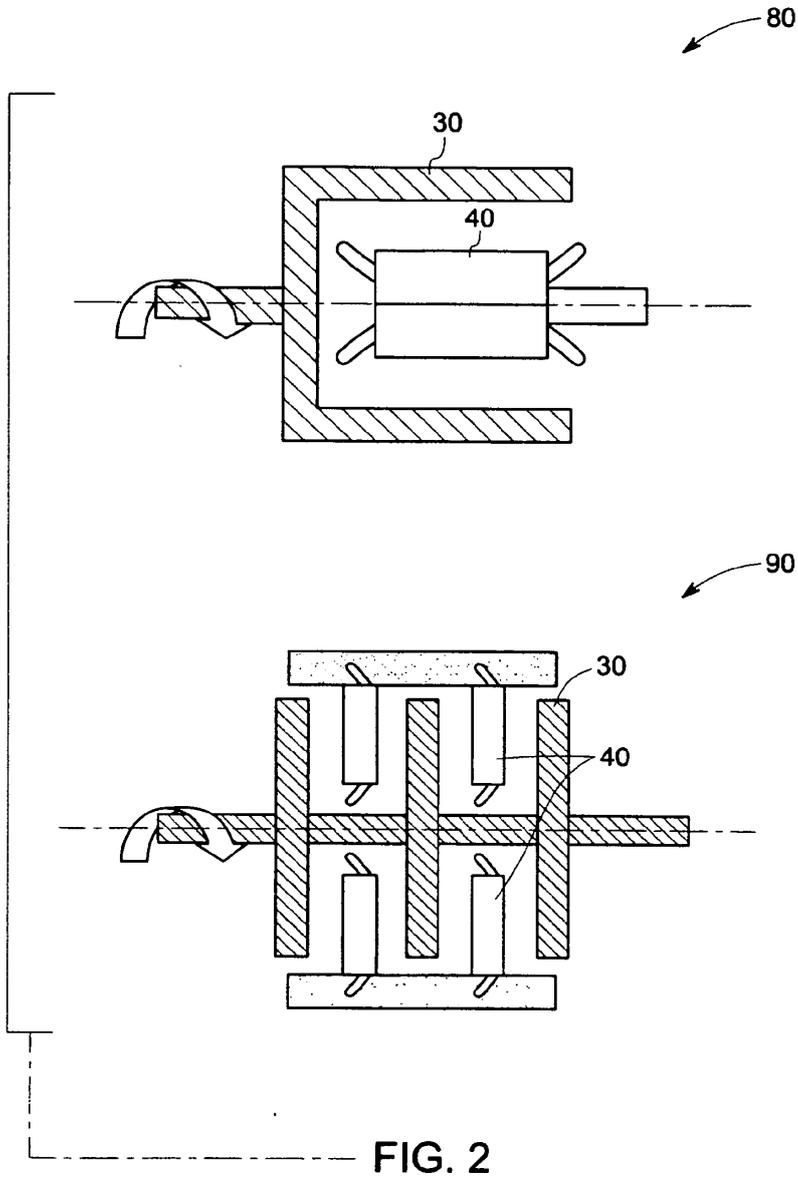


FIG. 2

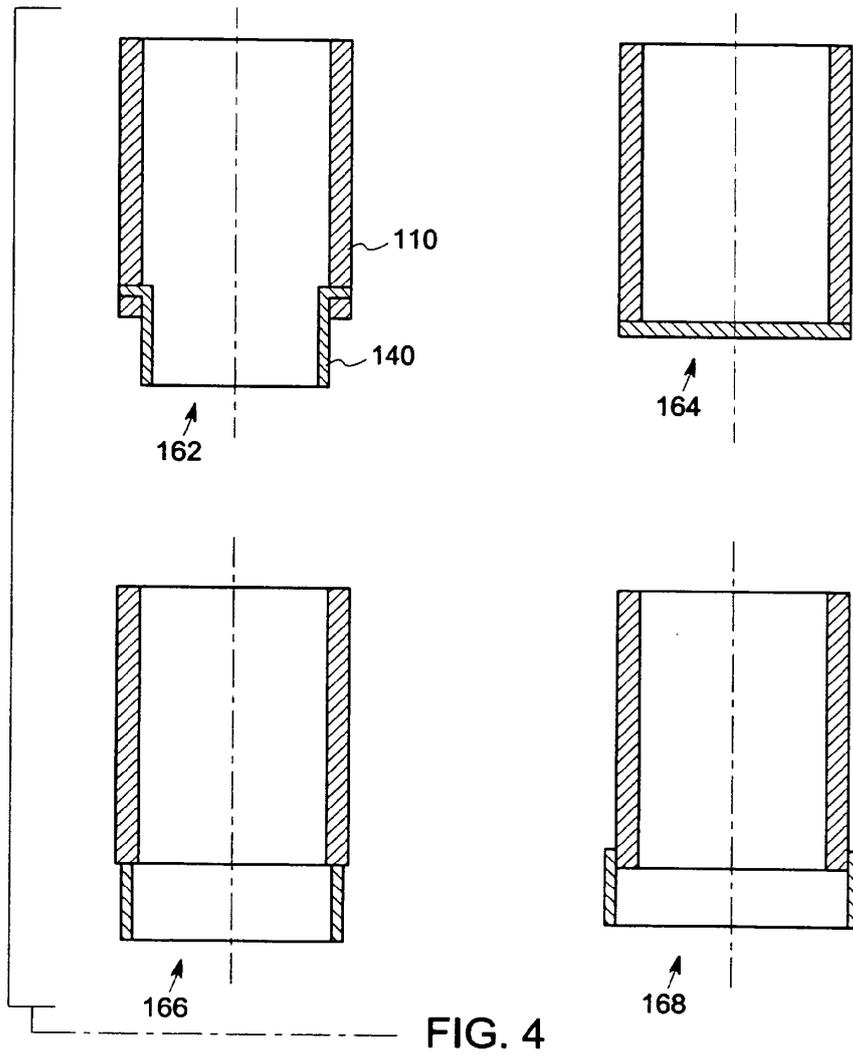


FIG. 4

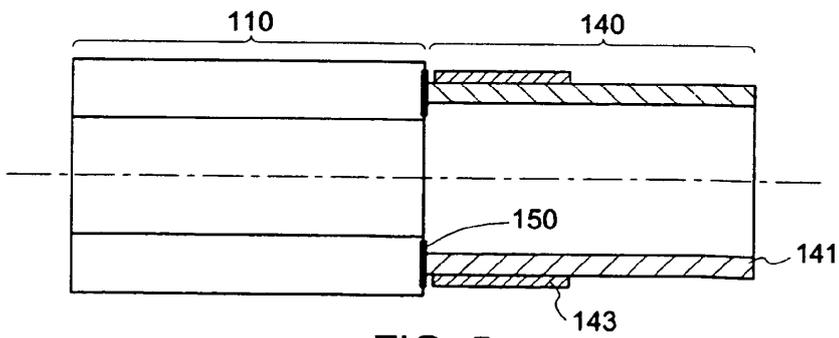


FIG. 5

