

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 868**

51 Int. Cl.:

B23K 26/00 (2014.01)

F16J 15/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2008** **E 08742188 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015** **EP 2139637**

54 Título: **Tratamiento superficial con láser para caras de junta mecánica de estanquidad**

30 Prioridad:

21.03.2007 US 919304 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.11.2015

73 Titular/es:

**FLOWSERVE MANAGEMENT COMPANY (100.0%)
5215 NORTH O'CONNOR BOULEVARD, SUITE
2300
IRVING, TX 75039, US**

72 Inventor/es:

YOUNG, LIONEL

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 549 868 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

Tratamiento superficial con láser para caras de junta mecánica de estanquidad

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un anillo de estanquidad para ejes rotativos y se refiere más en concreto a un anillo de estanquidad que tiene una cara de junta de estanquidad donde las propiedades superficiales de la cara de junta de estanquidad son modificadas por un proceso por láser aplicado a la cara de junta de estanquidad para minimizar la electrocorrosión en la cara de junta de estanquidad, y se refiere además al proceso de tratamiento superficial con láser para formar dicho anillo de estanquidad (véase por ejemplo US 2003/0209859 A1).

Antecedentes de la invención

15 Para sellar ejes rotativos de bombas, compresores y análogos, es conocido proporcionar en el eje una junta de estanquidad de eje sin contacto, que incluye un par de anillos de estanquidad axialmente adyacentes donde un anillo de estanquidad gira con el eje y el otro anillo de estanquidad está conectado de forma no rotativa a un alojamiento de junta de estanquidad. Cada anillo de estanquidad incluye una cara de extremo que mira axialmente donde las caras de junta de estanquidad están dispuestas en relación opuesta estrecha para definir una región de estanquidad que se extiende radialmente entre los diámetros exterior e interior de los anillos de estanquidad. El fluido sellado en juntas de estanquidad convencionales puede ser un líquido o un gas, y la región de estanquidad evita o minimiza la migración o el escape del fluido radialmente a través de las caras de junta de estanquidad.

25 Más en concreto, las caras de junta de estanquidad están dispuestas típicamente en contacto una con otra cuando el eje no está girando para definir por ello una junta de estanquidad estática. Además, al menos una de las caras de junta de estanquidad incluye una configuración de cara hidrodinámica que genera una película de fluido entre las caras de junta de estanquidad durante la rotación del eje para reducir, si no eliminar, el contacto entre las caras de junta de estanquidad.

30 Las configuraciones de cara hidrodinámicas son conocidas e incluyen caras onduladas, ranuras en espiral, ranuras en T y análogos. Las configuraciones de cara se forman en las caras de junta de estanquidad a través de varios procesos e implican típicamente proporcionar una cara plana y luego quitar material de la cara de junta de estanquidad a una profundidad muy pequeña. Los anillos de estanquidad incluyen típicamente un anillo de estanquidad de carbono y un anillo de estanquidad de carburo de silicio que es una combinación de materiales conocida.

Aunque tales juntas de estanquidad mecánicas se pueden utilizar fácilmente en una amplia variedad de entornos, en aplicaciones de estanquidad específicas, por ejemplo, en la industria energética y primariamente en juntas de estanquidad de alimentación de calderas en agua tiene lugar un fenómeno especial de electrocorrosión que da lugar a daño de las caras de junta de estanquidad. Este daño se manifiesta en formas diferentes, y por ejemplo, se puede manifestar como picado en el diámetro exterior de la cara de junta de estanquidad de carburo de silicio (SiC). El fenómeno corrosivo también se puede manifestar en la interfaz de junta de estanquidad de carbono.

45 Se considera que dicha electrocorrosión es el resultado de una forma de carga eléctrica estática que se desarrolla, posiblemente por rozamiento entre las caras de junta de estanquidad relativamente rotativas, carga que se desarrolla en una o ambas caras de junta de estanquidad y luego se descarga a la cara de acoplamiento u otro componente metálico próximo del conjunto de estanquidad o en otro caso al agua circundante. Se considera que esta descarga da lugar a daño de los anillos de estanquidad y a su desgaste prematuro.

50 Con respecto a las aplicaciones de estanquidad en las que tiene lugar dicho fenómeno, un entorno son dichas juntas de estanquidad de alimentación de calderas donde tales juntas de estanquidad de alimentación de calderas pueden usar agua ultra pura que tiene baja conductividad, donde dicha agua también puede incluir un tratamiento con oxígeno. Se considera que este tipo de agua de baja conductividad u otro fluido similar sellado facilita la aparición del fenómeno de electrocorrosión.

55 Hasta la fecha se han realizado intentos de resolver este problema en formas diferentes. Por ejemplo, uno de tales intentos de resolver este problema ha sido el uso de materiales similares para las caras de junta de estanquidad, específicamente, carburo de silicio contra carburo de silicio. Normalmente, las juntas de estanquidad convencionales, como se ha indicado anteriormente, incluyen anillos de estanquidad de carbono y carburo de silicio donde una teoría dice que el uso de los diferentes materiales de caras de junta de estanquidad es un factor en la aparición de su electrocorrosión. Sin embargo, el uso de carburo de silicio contra carburo de silicio da lugar a una combinación de anillos de estanquidad que es indeseable porque tales anillos de estanquidad son sensibles al daño cuando se produce contacto de las caras de junta de estanquidad, lo que puede suceder durante los arranques y las paradas del eje así como los desajustes operativos que podrían producirse durante la operación normal de una bomba, desajustes que pueden forzar la unión de las caras de junta de estanquidad y dar lugar a daño de las caras de junta de estanquidad. Además, se ha hallado que incluso el carburo de silicio frente al carburo de silicio puede

dar lugar a problemas si dichas caras de junta de estanquidad tienen una alta relación de conductividad eléctrica donde todavía se puede producir daño superficial.

Además, la Patente de Estados Unidos número 4 391 450 afronta el problema de la corrosión electrocinética que tiene lugar en las superficies de acoplamiento de los anillos de estanquidad de una junta mecánica de estanquidad usada en agua del mar donde la junta mecánica de estanquidad se usa en la presencia de un líquido electrolítico, es decir, agua del mar. La patente '450 propone una solución para dicha corrosión electrocinética, solución que se afirma que se logra seleccionando los materiales para ambos anillos de estanquidad donde se seleccionan ambos anillos de estanquidad de modo que ambos sean aislantes eléctricos o no conductores de manera que no soporten una reacción electroquímica de ninguna forma o después de una breve etapa inicial.

También es conocido emplear dispositivos de puesta a tierra en un eje rotativo para intentar quitar las corrientes parásitas que se desarrollan. Esto tuvo cierto éxito, pero no en todos los casos. Da lugar a gasto adicional, y puede estar limitado por la disponibilidad de espacio, y la inadecuada aplicación de tal dispositivo puede generar posiblemente más carga y daño a otros componentes en el sistema de bomba/rodamiento/junta de estanquidad.

Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar una junta mecánica de estanquidad y un proceso de fabricación para la junta mecánica de estanquidad de manera que se obtenga una junta mecánica de estanquidad que resista en gran medida, si no elimina, la aparición de dicha electrocorrosión. La presente invención proporciona un método para formar un anillo de estanquidad resistente a la corrosión según la reivindicación 1 y un anillo de estanquidad resistente a la corrosión según la reivindicación 10. Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones preferidas de la invención.

Para lograr estos objetivos, la invención se refiere en general a una junta mecánica de estanquidad que tiene un par de anillos de estanquidad opuestos que incluyen una combinación convencional de un anillo de estanquidad de carburo de silicio y un anillo de estanquidad de carbono que tienen caras de junta de estanquidad opuestas que definen la región de estanquidad entremedio.

En particular, la invención se refiere a la estructura de tales anillos de estanquidad y al proceso para formar los anillos de estanquidad que implica la aplicación de un tratamiento superficial con láser que se aplica preferiblemente a la cara de carburo de silicio con el fin de modificar sus propiedades superficiales. Usando una longitud de onda láser y densidad de energía concretas, es posible cambiar la conductividad eléctrica de la cara de carburo de silicio por la aplicación del láser a toda la cara de junta de estanquidad y por ello alterar las propiedades superficiales del carburo de silicio de una condición de tipo aislante normal a una condición donde el material de la cara de junta de estanquidad de carburo de silicio actúa como un conductor. El valor de conductividad modificado de la cara de junta de estanquidad resulta del tratamiento de la cara de junta de estanquidad y el valor de conductividad se pone en relación al valor de conductividad de la cara de junta de estanquidad de carburo opuesta a valores relativos que dan lugar a una reducción significativa o a la eliminación completa de la electrocorrosión.

Donde las características de cara de junta de estanquidad de microtopografía están dispuestas en el anillo de estanquidad, se conoce un proceso de maquinado por láser por la Solicitud de Patente de Estados Unidos publicada número 2003/0209859 A1, que es propiedad del cesionario de la presente invención. El proceso de maquinado por láser descrito en esta solicitud publicada implica micromaquinado por láser del material de cara de junta de estanquidad a un nivel de energía que da lugar a ablación o extracción del material de cara de junta de estanquidad a una profundidad seleccionada y en una configuración que define una configuración deseada.

Dicho proceso de tratamiento con láser se realiza preferiblemente después del proceso de micromaquinado por láser a un nivel inferior de energía que evita o minimiza sustancialmente la ablación superficial. Como tal, la cara de junta de estanquidad conserva una condición lapeada plana de la superficie en las zonas fuera de las características de cara de microtopografía y mantiene la forma deseada de tales características de cara. Sin embargo, el nivel de energía del proceso de tratamiento con láser se pone a un nivel inferior que evita o elimina sustancialmente la ablación para modificar a voluntad las propiedades conductoras de la cara de junta de estanquidad tratada para afrontar el problema de la electrocorrosión.

Otros objetos y fines de la invención, y sus variaciones, serán evidentes por la lectura de la siguiente memoria descriptiva y la observación de los dibujos acompañantes.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección transversal lateral de una junta mecánica de estanquidad que incorpora un par de anillos de estanquidad hechos según el proceso de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva despiezada de un anillo de estanquidad que tiene una característica de microtopografía de cara ondulada.

La figura 3 es una vista en perspectiva de una máquina de fabricar anillos de estanquidad que incluye un láser

excimer y una plataforma de soporte que soporta un anillo de estanquidad encima para formar las características de microtopografía en la cara de junta de estanquidad con el láser y/o usando el láser para tratar la cara de junta de estanquidad para variar las propiedades superficiales del material de un anillo de estanquidad.

5 La figura 4 es una vista en perspectiva lateral ampliada de un anillo de estanquidad formado con características de cara de junta de estanquidad de microtopografía.

La figura 5 es una vista frontal en perspectiva del anillo de estanquidad en la plataforma de soporte durante el proceso de maquinado por láser y/o mientras es sometido al proceso de tratamiento superficial del material.

10 En la descripción siguiente se usará determinada terminología por razones de conveniencia de referencia solamente, y no será limitadora. Por ejemplo, los términos “hacia arriba”, “hacia abajo”, “hacia la derecha” y “hacia la izquierda” se refieren a direcciones en los dibujos a los que se hace referencia. Los términos “hacia dentro” y “hacia fuera” se refieren a direcciones de aproximación y alejamiento, respectivamente, del centro geométrico del sistema y sus partes designadas. Dicha terminología incluirá los términos específicamente indicados, sus derivados, y palabras de significado similar.

Descripción detallada

20 Con referencia a las figuras 1, 2 y 3, la invención se refiere a una junta mecánica de estanquidad 1 montada en un eje de equipo rotativo 2, y específicamente a su disposición de anillo de estanquidad 3 y el proceso para formar la disposición de anillo de estanquidad 3 por el que se modifican las propiedades superficiales del material para minimizar su electrocorrosión.

25 En general, la disposición de anillo de estanquidad 3 separa de forma estanca una cámara de fluido de proceso 4 del entorno estanco externo 5 de manera convencional. La disposición de anillo de estanquidad incluye en general un par de anillos de estanquidad opuestos 9 y 10 (figura 1) que definen una junta de estanquidad de eje para evitar escapes a lo largo del eje 2 de equipo rotativo 11, y la invención se refiere a un proceso de tratamiento de cara de junta de estanquidad usando equipo de maquinado de anillo de estanquidad 12 (figura 3) que tiene una unidad láser 14 que forma características de profundidad de microtopografía en la cara de junta de estanquidad 15 del anillo de estanquidad 10 y/o realiza un proceso de tratamiento superficial del material para redefinir selectivamente las propiedades de cara de junta de estanquidad del material con el fin de eliminar virtualmente la electrocorrosión en los anillos de estanquidad 10. Como se explica aquí, los anillos de estanquidad 9 y 10 están dispuestos preferiblemente en una combinación convencional de un material de anillo de estanquidad de carburo para uno de los anillos de estanquidad, preferiblemente el anillo de estanquidad 9, y un material de carburo de silicio para el otro anillo de estanquidad, preferiblemente el anillo de estanquidad 10. Como tal, el maquinado por láser y los procesos de tratamiento con láser se aplican preferiblemente al material de carburo de silicio.

40 Con referencia más en concreto a la construcción de junta de estanquidad de la figura 1, la junta de estanquidad de cara mecánica 1 se ilustra montada en el eje rotativo 2 de equipo rotativo 11 tal como una bomba. La junta mecánica de estanquidad 1 incluye el par de anillos de estanquidad concéntricos 9 y 10 que operan como un rotor y un estator respectivamente y evitan efectivamente el escape de fluido a lo largo del eje 2.

45 La máquina 11 ilustrada en la figura 1 incluye un alojamiento 11A que define una cámara de estanquidad o cámara de fluido de proceso 4 en la que está confinado de forma estanca un fluido 4A. En la realización de la figura 1, el fluido 4A sellado es preferiblemente el agua ultra pura que se encuentra en una junta de estanquidad de alimentación de caldera en la industria energética, como se ha descrito previamente. Típicamente, tal agua tiene una conductividad baja, y experimenta típicamente su tratamiento con oxígeno. En esta aplicación concreta de junta de estanquidad, a menudo tiene lugar electrocorrosión en juntas de estanquidad convencionales, lo que ha sido un problema continuo. Se ha hallado mediante pruebas que la junta mecánica de estanquidad 1 construida según el proceso de la invención minimiza al menos la aparición de la electrocorrosión antes descrita. Se entenderá que, aunque la invención es especialmente adecuada para una aplicación de junta de estanquidad de alimentación de caldera, ésta es una aplicación ejemplar y la junta de estanquidad 1 de la invención se puede adaptar a cualquier aplicación de junta de estanquidad en la que la electrocorrosión sea un problema.

55 Además, según la figura 1, el eje 2 tiene una sección transversal circular convencional definida por una superficie de eje circunferencial exterior 2A. Para evitar el escape del fluido 4A de la cámara de estanquidad 4 a lo largo de la superficie de eje 2A, la junta mecánica de estanquidad 1 va montada en el alojamiento de máquina 11A y el eje 2 y define una junta de estanquidad radialmente entremedio para contener el fluido 4.

60 La junta mecánica de estanquidad 1 incluye un alojamiento anular o cartucho de junta de estanquidad 16 montado en la cara exterior de la máquina 11 y tiene una cavidad interior 16A que se abre axialmente a través de su zona central. El eje 2 sale axialmente de la cámara de estanquidad 4 y a través de la cavidad de estanquidad interior 16A, por lo que una sección de extremo expuesto 2B del eje 2 sobresale hacia fuera para conexión a un motor u otra unidad de accionamiento de la máquina 11.

En cuanto a los anillos de estanquidad 9 y 10, el anillo de estanquidad 9 se soporta de forma no rotativa en el alojamiento de junta de estanquidad 16 de manera que permanezca estacionario durante la rotación del eje, donde el anillo de estanquidad 9 es esencialmente concéntrico al eje 2. El anillo de estanquidad 9 incluye una cara de junta de estanquidad 9A que se extiende radialmente entre sus diámetros interior y exterior. Así, el diámetro exterior está expuesto al fluido de proceso 4A sellado dentro de la cámara 4 mientras que el diámetro interior está expuesto a un fluido exterior.

Se evita que el anillo de estanquidad 9 gire con relación al alojamiento de junta de estanquidad 16 por pasadores de accionamiento 16B que enganchan la superficie circunferencial exterior del anillo de estanquidad 9, y es empujado axialmente hacia el otro anillo de estanquidad 10 por una pluralidad de muelles espaciados circunferencialmente 16C que sobresalen axialmente.

A su vez, el otro anillo de estanquidad 10 está montado en el eje 2 por un manguito de eje 16D que está conectado de forma no rotativa al eje 2 con el fin de girar al unísono con el eje 12. Durante el montaje, el manguito 16D se recibe deslizantemente en la periferia 2A del eje 2 y está fijado en posición, y el anillo de estanquidad 10 desliza entonces sobre el manguito de eje 16D.

El anillo de estanquidad 10 incluye además la cara de junta de estanquidad 15 que mira axialmente hacia la cara de junta de estanquidad opuesta 9A del anillo de estanquidad 9. La cara de junta de estanquidad 15 se extiende radialmente entre su diámetro exterior y un diámetro interior. Según se ve en la figura 1, el anillo de estanquidad 9 se soporta de forma no rotativa en el alojamiento de junta de estanquidad 16 mientras que el anillo de estanquidad opuesto 10 se soporta rotativamente en el eje 2 con el fin de girar al unísono con él. Cuando el eje 2 no está girando, las caras de junta de estanquidad opuestas 15 y 9A están dispuestas en relación de contacto debido a la fuerza de empuje de los muelles 16C para evitar la migración del líquido sellado radialmente hacia dentro a través de la región de estanquidad que se extiende radialmente a través de dichas caras de junta de estanquidad 15 y 9A.

Durante la rotación del eje, la carga elástica resiliente del anillo de estanquidad 9 permite que el anillo de estanquidad 9 se aleje axialmente de la cara de junta de estanquidad 15. Por lo tanto, durante esta rotación del eje, las caras de junta de estanquidad 15 y 9A se separan ligeramente, por lo que se define una película de líquido entremedio.

Con el fin de parar el escape del fluido 4A a través de las caras de junta de estanquidad 15 y 9A incluso cuando la película de fluido se genera entremedio, la junta mecánica de estanquidad 1 se maquina con una configuración de cara como la ilustrada en la figura 2. En particular, la figura 2 ilustra la cara de junta de estanquidad 15 con características de cara de profundidad de microtopografía.

En cuanto a la explicación siguiente de los anillos de estanquidad 9, 10 de la figura 1, la explicación siguiente se centra primariamente en el anillo de estanquidad de carburo de silicio 10. El anillo de estanquidad 10 según se ve en la figura 1 se ha formado para uso de manera generalmente convencional en la que el anillo de estanquidad 10 tiene una forma anular definida por un diámetro exterior 17 y un diámetro interior 18. La cara de junta de estanquidad 15 se extiende radialmente entre los diámetros exterior e interior 17 y 18 y define una región de estanquidad 19 que se extiende radialmente entremedio. Cuando el anillo de estanquidad 10 está instalado como parte de una junta de estanquidad de eje en un eje de rotación de una bomba, u otro equipo similar, la cara de junta de estanquidad 15 está adaptada para mirar axialmente en relación frontal con la cara de junta de estanquidad opuesta 9A del otro anillo de estanquidad 9.

El anillo de estanquidad 10 se ilustra en la figura 1 con características de profundidad de microtopografía en forma de una cara ondulada. En particular, la cara de junta de estanquidad 15 tiene una presa de junta de estanquidad anular 20 en su diámetro interior 18 que está adaptada para contactar con una cara de junta de estanquidad opuesta. La presa de estanquidad 20 define una región anular que evita el escape de fluido radialmente a través de la región de estanquidad 19 durante las condiciones sin rotación y de arranque. Aunque la presa de estanquidad 20 está situada en el diámetro interior 18, la presa de estanquidad 20 se puede colocar en otras posiciones radiales tales como el diámetro exterior 17.

La cara de junta de estanquidad 15 incluye además una pluralidad de ondas circunferencialmente adyacentes 22 donde cada onda 22 incluye un valle 23 dispuesto circunferencialmente entre un par de picos de onda 24. En el anillo de estanquidad 10 ilustrado de la figura 1, la forma en sección transversal del anillo de estanquidad 10 en cada pico de onda 24 es rectangular de tal manera que el anillo de estanquidad 10 tenga un grosor uniforme en esta posición. Sin embargo, el grosor del anillo de estanquidad 10 disminuye circunferencialmente desde los picos de onda 24 a lo largo del diámetro exterior 17 de manera generalmente sinusoidal y radialmente desde la presa de estanquidad 20. Como resultado, cada valle 23 tiene una superficie inclinada o en declive 25 que se extiende radialmente hacia fuera alejándose de la presa de estanquidad 20 por lo que la diferencia de grosor entre los picos de onda 24 y el valle 23 se define como la amplitud 26 de las ondas 22. Como se puede ver, cada onda 22 tiene profundidad variable en dos direcciones, a saber radial y circunferencialmente.

Esta cara ondulada define por ello una junta de estanquidad hidrodinámica que genera una película de fluido entre

caras de junta de estanquidad opuestas 15 y una elevación hidrodinámica resultante durante la rotación del eje y por ello reduce el rozamiento y minimiza o elimina el contacto a través de la región de estanquidad 19. La topografía real de la cara de junta de estanquidad 15 se ilustra mejor con un gráfico topográfico rectangular que se representa en la

5 El principio general de usar una cara ondulada en un anillo de estanquidad es conocido. En algunas juntas de estanquidad de cara ondulada conocidas, tales caras onduladas se forman: aplicando en primer lugar una banda de contracción que comprime el diámetro exterior de un anillo de estanquidad y distorsiona el anillo de estanquidad; lapeando la cara de junta de estanquidad plana; y quitando después la banda de contracción para eliminar la

10 distorsión por lo que la cara de junta de estanquidad resultante tiene una forma ondulada. En otro proceso conocido descrito con más detalle a continuación, el equipo de maquinado de anillo de estanquidad 12 permite la formación de una cara ondulada por la unidad láser 14. Este aparato y proceso de maquinado por láser se describen con más detalle en la Solicitud de Patente de Estados Unidos publicada número 2003/0209859 A1, del cesionario de la presente invención. La explicación siguiente se refiere primero al proceso de maquinado por láser y luego se refiere

15 al proceso adicional de tratamiento superficial del material que se puede aplicar al anillo de estanquidad 10 después de la formación de las características de profundidad por el proceso de maquinado por láser o incluso en ausencia de las características de profundidad. En tal ejemplo, el proceso de tratamiento superficial se puede aplicar a una cara de junta de estanquidad plana no maquinada que haya sido lapeada plana, o a una cara de junta de estanquidad que tenga características de profundidad formadas a través de otros procesos de maquinado de cara

20 convencionales.

Además, aunque gran parte de la explicación siguiente se refiere a la formación de anillos de estanquidad de cara ondulada, la unidad láser 14 también se puede usar para formar otras características de profundidad de microtopografía tales como ranuras radiales o en espiral, ranuras en forma de T y otras características, en particular

25 las características que tienen un tamaño que requiere múltiples pasadas de un láser. Además, de forma similar a la junta de estanquidad de cara ondulada, estas otras características de profundidad pueden tener una profundidad variable en una o varias direcciones.

Con referencia a la figura 3, el equipo de maquinado de anillo de estanquidad 12 incluye una plataforma de trabajo 29 incluyendo una base 30 y una encimera ampliada horizontalmente 31 que se soporta sobre la base 30. La encimera 31 tiene un conjunto de soporte de anillo de estanquidad 32 que está adaptado para soportar el anillo de estanquidad 10 encima.

El conjunto de soporte 32 proporciona ajuste de cuatro ejes para ajustar la posición del anillo de estanquidad 10 durante una operación de corte dado que el láser permanece estacionario durante el uso. A este respecto, se ha dispuesto una plataforma de soporte 34 en la que el anillo de estanquidad 10 se soporta donde el conjunto de soporte 32 incluye una unidad de deslizamiento de eje x 35 que tiene un motor de controlador 36 para mover la

35 plataforma de soporte 35 a lo largo del eje x como se ilustra en general en la figura 2A.

Además, se facilita una unidad de deslizamiento de eje y 39 que se soporta en la unidad de deslizamiento de eje x 35 de manera que se pueda mover con ella a lo largo del eje x. La unidad de deslizamiento de eje y 39 soporta la plataforma de soporte 35 en su superficie superior y está conectada de forma móvil a un motor de control 40 para mover selectivamente la plataforma de soporte 35 a lo largo del eje y.

Más en concreto, en cuanto a la plataforma de soporte 34, la plataforma de soporte 34 se soporta rotativamente en la superficie superior de la unidad de deslizamiento de eje y 39 y está conectada rotativamente a una plataforma rotativa motorizada 42. La plataforma rotativa motorizada 42 se gira selectivamente para regular la posición angular del anillo de estanquidad 10 soportado encima. Se facilita otra unidad de deslizamiento de eje Z 43 como se describirá aquí para proporcionar la regulabilidad en cuatro ejes.

45

Para soportar el anillo de estanquidad 10, la plataforma de soporte 34 incluye una superficie superior 44 definida por una chapa circular 45. El anillo de estanquidad 10 se coloca en la chapa 45 y luego se fija en posición por tres topes 47 que sobresalen hacia arriba de la chapa 45. Cada tope 47 se define por un saliente vertical en forma de varilla 48 y una junta tórica elástica 49 en el saliente 48. Los topes 47 son móviles simultáneamente conjuntamente radialmente hacia fuera para proporcionar holgura suficiente para la colocación del anillo de estanquidad 15 entremedio, y radialmente hacia dentro para agarrar el diámetro exterior 17 del anillo de estanquidad 10. Consiguientemente, el anillo de estanquidad 10 se fija sobre la plataforma de soporte 34, y la posición del anillo de estanquidad 10 se puede ajustar posteriormente a lo largo del eje x, el eje y, y la posición angular theta también se puede ajustar. La plataforma de soporte 34 también proporciona la rotación del anillo de estanquidad 10 a través de

55 múltiples revoluciones donde la unidad láser 14 corta ranuras circunferencialmente a lo largo de la cara de junta de estanquidad 15 en un radio de corte, y luego se ajusta la posición de eje x y eje y del anillo de estanquidad 10 para realizar sucesivos cortes en radios de corte diferentes.

60

Para realizar el ajuste en el eje z vertical, el conjunto de soporte de anillo de estanquidad 32 incluye además la unidad de deslizamiento de eje Z 43 que incluye un par de postes de soporte verticales espaciados a los lados 50 que están adaptados para soportar componentes de la unidad láser 14. El conjunto de soporte de anillo de

65

estanquidad 32 también incluye un motor de accionamiento 51 y una correa de accionamiento 52 que se extiende horizontalmente entre el motor de accionamiento 51 y correderas lineales de precisión 71 montadas en los postes 50 para ajustar la altura vertical de los componentes de la unidad láser.

5 Todos los motores del conjunto de soporte de anillo de estanquidad 32 están conectados a una unidad de control por ordenador por cables de control apropiados 53. La unidad de control es programable de modo que los varios motores 36, 40 y 51 así como el motor de plataforma rotativa que gira la plataforma de soporte 34 sean operados selectivamente para controlar la posición del anillo de estanquidad 10 para maquinado por láser de la cara de junta de estanquidad 15. La unidad de control funciona usando el programa de ordenador Labview que se puede adquirir en el mercado.

15 También se facilita un láser de desplazamiento 54 (figuras 3 y 5) que se dirige hacia el anillo de estanquidad 10 y está conectado a la unidad de control para identificar la posición inicial del anillo de estanquidad 10 con relación a la lente objetivo final 84 del láser y permitir el control exacto de la posición del anillo de estanquidad 10. Durante el inicio del proceso de corte con láser, el anillo de estanquidad 10 es movido debajo del láser de desplazamiento 54 y la posición de eje z se ajusta de modo que se obtenga la longitud focal apropiada del láser.

20 Dependiendo del programa de la unidad de control, la unidad láser 14 no solamente se usa para definir una cara ondulada en el anillo de estanquidad 10, sino que también se puede usar para definir otras características de microtopografía tales como ranuras en espiral y análogos.

25 Volviendo a la unidad láser 14 ilustrada en la figura 3, un láser excimer 59 está dispuesto dentro de la base 30 e incluye un orificio de salida de haz láser 60 que se abre a un lado. El láser excimer 59 es un láser de fluoruro de criptón (KrF) que opera en la región de longitud de onda ultravioleta de aproximadamente 248 nanómetros. Este láser se selecciona dado que se produce poco o nulo calor en el anillo de estanquidad 10 al formar las características de microtopografía.

30 En general, el láser 59 genera un haz láser 62 (figura 4) que contacta la cara de junta de estanquidad 15 y quita material de ella por ablación. Para dirigir el haz láser 62 desde el orificio de salida 60 en el lado de la base 30 al anillo de estanquidad 10 dispuesto encima de la encimera 31, se facilita una serie de lentes y espejos.

35 Más específicamente, el haz láser 62 sale a un lado y choca con un espejo rotativo 64 soportado en un lado de la base 30 para redirigir el haz hacia arriba a un atenuador 65 que está montado en un lado de la base 30. El haz 62 sale entonces hacia arriba de un orificio de atenuador 66 a un par verticalmente espaciado de lentes homogeneizadoras 67 que se soportan en una disposición de carril de soporte 68.

40 En cuanto a la disposición de carril de soporte 68, esta disposición incluye un par de carriles verticales 70 donde los extremos inferiores de los carriles 70 están conectados deslizantemente a los postes 50 por las correderas lineales o accionadores verticales 71. Los accionadores 71 conectan los carriles 70 y los postes 50 por lo que el motor de accionamiento 51 antes descrito se pone en funcionamiento selectivamente para desplazar toda la disposición de carril de soporte 68 verticalmente a lo largo del eje z.

45 Los extremos superiores de los carriles 70 soportan un carril de óptica horizontal 72 donde los carriles de óptica 72 incluyen una pluralidad de ranuras horizontales 73 para soportar deslizantemente componentes ópticos. El extremo trasero del carril de óptica 72 tiene un carril de soporte colgante hacia abajo 76 en el que las lentes homogeneizadoras 67 se soportan deslizantemente. Las lentes 67 se pueden ajustar verticalmente para ajustar las características del haz láser 62. Además, el extremo opuesto del carril de óptica 72 incluye además otro carril de soporte colgante hacia abajo 77.

50 Con respecto al carril de óptica 72, se ha colocado un primer espejo rotativo 79 directamente encima de las lentes homogeneizadoras 67 para recibir el haz de ellas y redirigir el haz a un lado a lo largo de la longitud del carril de óptica 72. Junto al otro extremo del carril de óptica 72, una lente de campo 80 es soportado deslizantemente en las ranuras de carril 73; la lente 80 incluye además una máscara generalmente rectangular 81 adyacente en el lado situado hacia abajo de la lente de campo 80. La máscara 81 sirve para conformar el haz láser antes de la aplicación del haz láser 62 al anillo de estanquidad 10.

55 El haz láser conformado 62 avanza por ello horizontalmente hacia abajo desde la lente de campo 80 y es redirigido hacia abajo por otro espejo rotativo 83. Por último, el haz láser conformado 62 pasa a través de una lente objetivo final 84 y luego sale hacia abajo sobre la cara de junta de estanquidad 15 como se ilustra en general en la figura 4.

60 Para evitar la contaminación de la lente objetivo final 84 en particular en vista de la proximidad de la lente objetivo final 84 a la plataforma de soporte rotativa 34, la lente objetivo final 84 también incluye una envuelta en forma de embudo 86 (figuras 4 y 5) que tiene un orificio de salida 87 que se abre hacia abajo. Una alimentación de aire 88 está conectada a la envuelta 86 y proporciona un flujo de aire a la envuelta 86; el flujo de aire se dirige hacia abajo a través del orificio de salida 87 de modo que cualesquiera residuos del proceso por láser sean expulsados de la lente objetivo 84.

5 Durante la operación, el láser se enciende selectivamente, es decir, se dispara o pulsa, para cortar y vaporizar material del anillo de estanquidad cuando el haz láser 62 se aplica a una zona expuesta del anillo de estanquidad 10. Encendiendo y apagando selectivamente el láser, se puede hacer cortes circunferencialmente espaciados en el anillo de estanquidad.

10 En la realización ilustrada, el conjunto de soporte de anillo de estanquidad 32 no solamente coloca el anillo de estanquidad 10 con relación al haz láser 62, el conjunto de soporte de anillo de estanquidad 32 también efectúa la rotación del anillo de estanquidad 10 por la plataforma rotativa 34 con relación al haz láser 62. Así se crea un corte circunferencial de la cara de junta de estanquidad 15 durante la pulsación del haz láser 62, aunque también se deberá entender que es posible desplazar el anillo de estanquidad 10 en las direcciones de eje x y de eje y para realizar un desplazamiento lineal del anillo de estanquidad 10 si se desea en vez de su desplazamiento rotativo. Además, se entenderá que el movimiento relativo entre el haz láser 62 y el anillo de estanquidad 10 se puede realizar con un haz láser móvil 62 donde el anillo de estanquidad 10 se mantiene en cambio estacionario o incluso el movimiento simultáneo tanto del haz láser 62 como del anillo de estanquidad 10.

20 Con respecto a la máscara 81, ésta sirve para conformar el haz láser 62 a una forma deseada en sección transversal que optimiza el corte del anillo de estanquidad 10. Por ejemplo, la máscara 81 es una chapa rectangular fina formada preferiblemente de un material de acero inoxidable, aunque se puede usar una hoja fina de otro material adecuado.

25 Además de este proceso y aparato de maquinado por láser, la presente invención también incorpora el descubrimiento de que las propiedades superficiales del anillo de estanquidad se pueden alterar usando varias longitudes de onda láser y densidades de energía a niveles que no son suficientes para realizar ablación, pero modifican o alteran selectivamente las propiedades superficiales del material. Específicamente, es posible cambiar la conductividad eléctrica del carburo de silicio con el uso del haz láser 62. Se ha hallado que el problema de electrocorrosión antes descrito se puede superar alterando selectivamente las propiedades superficiales de los anillos de estanquidad, y preferiblemente el anillo de estanquidad 10 con el fin de obtener un nivel de conductividad más próximo al nivel de conductividad del anillo de estanquidad de carbono 9.

30 Normalmente, el carburo de silicio es un aislante, pero el uso de procesado con láser de la cara de junta de estanquidad 15 con el láser excimer de 248 nm 54, descrito anteriormente, o un láser YAG (Nd:itrio-aluminio-granate) de 1064 nm puede alterar las propiedades superficiales de la cara de junta de estanquidad 15 de modo que el material de la superficie se altere para actuar como un conductor. Este procesado con láser de la cara de junta de estanquidad 15 genera por ello una capa de material de cara de junta de estanquidad poco profunda que tiene propiedades conductoras que difieren de las propiedades conductoras normales que tiene originalmente el material de carburo de silicio. La profundidad de esta capa conductora eléctrica es del orden de una micra de profundidad y luego disminuye rápidamente más allá de este punto de modo que la mayor parte del anillo de estanquidad 15 todavía exhiba el nivel de conductividad original a través de la mayor parte de su grosor axial.

35 Se ha hallado que estos resultados pueden obtenerse dentro de un amplio rango de condiciones operativas del láser. Normalmente, el micromaquinado con láser descrito anteriormente para extracción de material, es decir, ablación, requiere que se alcance un cierto nivel de fluencia (densidad de energía) para que tenga lugar la ablación. En el caso de SiC, dicho nivel de fluencia es del orden de $2\text{J}/\text{cm}^2$ para el proceso de maquinado por láser descrito anteriormente. Debe estar a o por encima de este umbral para que tenga lugar una extracción eficiente de material para formar por ello las características de profundidad de microtopografía en las zonas maquinadas. Se ha hallado que los efectos antes indicados están presentes en las zonas maquinadas a fluencias muy superiores a $2\text{J}/\text{cm}^2$. Este tipo de proceso de extracción de material va acompañado normalmente del uso de una limpieza con aire desde el orificio 87 en la zona de contacto del haz láser con la superficie SiC según se ve en la figura 4. Sin embargo, en las zonas no maquinadas que no han sido maquinadas con láser, tales zonas conservan las propiedades originales del material.

40 El uso de niveles de fluencia tan altos puede ser apropiado para la extracción de material, pero se ha hallado que niveles de energía muy inferiores proporcionan los mismos resultados en cuanto a la alteración de las propiedades superficiales del material sin quitar material. La modificación superficial exitosa de las propiedades superficiales de la cara de junta de estanquidad se ha realizado usando niveles de fluencia de sólo $1\text{J}/\text{cm}^2$. Como tal, el proceso de tratamiento con láser es un segundo proceso que se puede aplicar a toda la cara de junta de estanquidad 15 con el fin de no alterar el contorno deseado de la cara de junta de estanquidad 15, pero alterando las propiedades superficiales a través de toda la zona de la cara de junta de estanquidad a la que se aplica el tratamiento por láser de la cara de junta de estanquidad.

45 Por lo tanto, este segundo método es ventajoso porque en muchos casos puede no ser deseable quitar material. A este respecto, es práctica común lapear las caras de junta de estanquidad plana para servicios generales. Una vez que una cara ha sido lapeada plana, tal como antes del proceso de maquinado por láser, no se desearía alterar dicha condición plana. Por lo tanto, utilizando un nivel de energía inferior para procesado de tratamiento superficial con láser es posible alterar las características superficiales de la cara de junta de estanquidad 15 sin cambiar su

forma o contorno. Por lo tanto, el anillo de estanquidad se puede formar lapeándolo plano o ponerse en una condición lapeada, maquinarse con láser con apropiadas características de profundidad de microtopografía, y luego tratarse superficialmente para alterar su conductividad.

5 Para el proceso de tratamiento con láser, la frecuencia típica del pulso láser usado es 190 Hz con una velocidad del haz de aproximadamente 43 mm/s generada por rotación de la plataforma de soporte 44. Se podría aumentar la velocidad del haz hasta el doble a la misma frecuencia del pulso y lograr resultados similares, pero con el lado inferior de mayor aspereza superficial. También se podría afirmar que se podría aumentar de forma significativa la frecuencia del pulso láser y también aumentar proporcionalmente la velocidad del haz para producir este efecto en un tiempo de proceso más corto.

15 Para tratar completamente una cara de junta de estanquidad, el haz láser 62 se dispone preferiblemente alrededor de un solo recorrido circunferencial para una revolución del anillo de estanquidad 15. Posteriormente, el haz láser 62 se incrementará radialmente avanzando alrededor de un recorrido sucesivo siguiente contiguo con el recorrido anterior del haz. Preferiblemente, los recorridos de haz se incrementan radialmente hacia fuera de modo que la cara de junta de estanquidad 15 sea tratada superficialmente comenzando en el diámetro interior (DI) y terminando en el diámetro exterior (DE). Preferiblemente, el haz 62 se conforma de manera que tenga una longitud circunferencial de aproximadamente 0,084 cm (0,033 pulgadas) y una anchura radial de aproximadamente 0,112 cm (0,044 pulgadas). Dado que los niveles de fluencia son suficientemente bajos de manera que se elimine sustancialmente la ablación del material de cara de junta de estanquidad; no hay ningún problema con el solapamiento de los recorridos de haz contiguos durante el proceso de tratamiento superficial. Preferiblemente, el haz 62 también se conforma de manera que sea generalmente rectangular con esquinas de haz en redondo o redondeadas. Se ha hallado que con el carbono medido a 0,5 ohmios y el carburo de silicio en un rango de 5.00 a 40.000 ohmios, la relación de resistencia de la superficie tratada con láser a carbono está entre $1e4$ y $8e4$.

25 Este proceso de tratamiento con láser se puede aplicar a una cara de junta de estanquidad uniformemente plana en la que no se hayan formado características elevadas hidrodinámicas. Donde se facilitan tales características, por ejemplo por el proceso de maquinado por láser descrito anteriormente u otros métodos conocidos, el proceso de tratamiento superficial puede ser realizado tanto en porciones lapeadas planas como en las porciones contorneadas maquinadas y las propiedades superficiales se alterarían en ambas zonas sin cambiar las formas o contornos superficiales deseados que ya hayan sido definidos.

35 Se han realizado pruebas usando una cara SiC tratada con láser contra carbono y se ha hallado que no se produce daño significativo de los anillos de estanquidad de carbono o carburo de silicio.

Aunque cada pasada de haz tendrá lugar en una revolución, se ha indicado que se puede ver una línea visual que se extiende radialmente a través de la cara de junta de estanquidad donde cada pasada de haz contigua empieza y se para en la misma posición circunferencial. Se considera que esto es un fenómeno estético. Para eliminar su aparición, cada pasada de haz se pone preferiblemente para que se inicie y pase aleatoriamente de modo que una revolución varíe aleatoriamente de 360 grados a 370 grados, y el haz se desplaza incrementalmente desde la posición de parada a la siguiente posición de inicio radialmente contigua. Variando aleatoriamente los puntos de inicio y parada entre este rango de 360-370 grados, se elimina dicha línea.

45 En cuanto a la limpieza realizada en el haz 62, también se ha hallado que la alteración de la conductividad superficial puede tener lugar en la presencia de una limpieza con helio donde hay poco o nulo oxígeno.

Aunque se han descrito en detalle realizaciones particulares de la invención a efectos ilustrativos, se reconocerá que variaciones o modificaciones del aparato descrito, incluyendo la redistribución de piezas, caen dentro del alcance de la presente invención definido por las reivindicaciones anexas.

50

REIVINDICACIONES

1. Un método para formar un anillo de estanquidad resistente a la corrosión (3) para una junta mecánica de estanquidad (1) que tiene anillos de estanquidad primero (10) y segundo (9) donde dicho primer anillo de estanquidad (10) está configurado para montaje en un eje de rotación (2) de manera que gire con dicho eje alrededor de un eje de eje y dicho otro anillo de estanquidad (9) está configurado para montaje estacionario en un alojamiento de junta de estanquidad (16) de manera que permanezca estacionario durante la rotación de dicho anillo de estanquidad montado en eje, teniendo dichos anillos de estanquidad primero y segundo respectivas caras de extremo (15, 9A) que definen caras de junta de estanquidad opuestas que miran axialmente una hacia otra en relación opuesta estrecha y giran una con relación a otra durante la rotación del eje para definir una región de estanquidad (19) que se extiende radialmente a través de dichas caras de extremo y separa de forma estanca una cámara de fluido de proceso de una cámara de estanquidad (4) dispuesta adyacente a dichos anillos de estanquidad, estando formados dichos anillos de estanquidad primero y segundo respectivamente de diferentes materiales de anillo de estanquidad primero y segundo que tienen respectivos niveles de conductividad eléctrica primero y segundo que difieren uno de otro, incluyendo el método los pasos de:
- proporcionar un anillo de estanquidad (10) que tiene diámetros interior (18) y exterior (17) que se extienden alrededor de un eje de anillo de estanquidad, estando formado dicho anillo de estanquidad de dicho primer material de anillo de estanquidad de manera que tenga un nivel de conductividad eléctrica original que se define por las propiedades conductoras originales de dicho primer material de anillo de estanquidad de tal manera que dicho nivel de conductividad eléctrica original defina dicho primer nivel de conductividad eléctrica, teniendo dicho primer anillo de estanquidad dicha cara de junta de estanquidad (15) dispuesta entre dichos diámetros interior y exterior y exhibiendo propiedades de cara de junta de estanquidad donde dicho nivel de conductividad eléctrica original se extiende a través de dicha cara de junta de estanquidad;
- tratar dicha cara de junta de estanquidad (15) de dicho primer anillo de estanquidad (10) por un proceso de tratamiento con láser para modificar las propiedades de cara de junta de estanquidad de dicho primer anillo de estanquidad de tal manera que dicho nivel de conductividad eléctrica original se cambie a un nivel de conductividad eléctrica modificado sobre dicha cara de junta de estanquidad, poniéndose dicho nivel de conductividad eléctrica modificado muy próximo a dicho segundo nivel de conductividad eléctrica de dicho segundo anillo de estanquidad (9) para minimizar por ello la electrocorrosión entre dichas caras de junta de estanquidad de dichos anillos de estanquidad primero y segundo en aplicaciones de junta mecánica de estanquidad propensas a electrocorrosión; y
- aplicándose dicho proceso de tratamiento con láser a dicha cara de junta de estanquidad (15) de dicho primer anillo de estanquidad (10) de tal manera que dicho primer anillo de estanquidad tenga dicho nivel de conductividad eléctrica modificado en una capa en dicha cara de junta de estanquidad y tenga dicho nivel de conductividad eléctrica original extendiéndose a través del grosor axial restante de dicho primer anillo de estanquidad.
2. El método según la reivindicación 1, donde dicho proceso de tratamiento con láser incluye los pasos de aplicar un haz láser (62) sobre dicha cara de junta de estanquidad (15) entre dichos diámetros interior (18) y exterior (17) a un nivel de energía de tratamiento que evita sustancialmente la ablación de dicho primer material de anillo de estanquidad mientras se cambia dicho nivel de conductividad original a dicho nivel de conductividad modificado.
3. El método según la reivindicación '1 o 2, donde dicho nivel de conductividad original es eléctricamente aislante y dicho nivel de conductividad modificado es eléctricamente conductor.
4. El método según la reivindicación 2 o 3, donde dicho nivel de energía de tratamiento está a un nivel de fluencia de tratamiento inferior a un umbral de fluencia para que se produzca ablación de material.
5. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye además el paso de aplicar un proceso de acabado superficial a dicha cara de junta de estanquidad (15) de dicho primer anillo de estanquidad (10) antes de dicho paso de tratamiento para definir un contorno de superficie acabada de dicha cara de junta de estanquidad.
6. El método según la reivindicación 5, donde dicho contorno de superficie acabada es plano.
7. El método según la reivindicación 5 o 6, donde dicho proceso de acabado superficial incluye el paso de lapear dicha cara de junta de estanquidad sustancialmente plana.
8. El método según la reivindicación 5, donde dicho contorno de superficie acabada tiene características de cara de junta de estanquidad de microtopografía (22) formadas en porciones de dicha cara de junta de estanquidad (15) mientras que el resto de dicha cara de junta de estanquidad se forma plano.
9. El método según la reivindicación 8, donde dicho proceso de acabado superficial incluye los pasos de aplicar selectivamente un haz láser (62) a dicha cara de junta de estanquidad (15) para formar dichas características de cara de junta de estanquidad de microtopografía (22), aplicándose dicho haz láser a dicha cara de junta de

estanquidad a un nivel de energía ablativa más alto que un umbral de fluencia necesario para que se produzca ablación de material de manera que se ablada dicho primer material de anillo de estanquidad sobre dichas porciones de dicha cara de junta de estanquidad para formar dichas características de cara de junta de estanquidad de microtopografía.

5
10. Un anillo de estanquidad resistente a la corrosión (3) para una junta mecánica de estanquidad (1) que tiene anillos de estanquidad primero (10) y segundo (9) donde dicho primer anillo de estanquidad (10) está configurado para montaje en un eje de rotación (2) de manera que gire con dicho eje alrededor de un eje de eje y dicho otro anillo de estanquidad (9) está configurado para montaje estacionario en un alojamiento de junta de estanquidad (16)
10 de manera que permanezca estacionario durante la rotación de dicho anillo de estanquidad montado en eje, teniendo dichos anillos de estanquidad primero y segundo respectivas caras de extremo (15, 9A) que definen caras de junta de estanquidad opuestas que miran axialmente una hacia otra en relación opuesta estrecha y giran una con relación a otra durante la rotación del eje para definir una región de estanquidad (19) que se extiende radialmente a través de dichas caras de extremo y separa de forma estanca una cámara de fluido de proceso de una cámara de estanquidad (4) dispuesta adyacente a dichos anillos de estanquidad, formándose dichos anillos de estanquidad primero y segundo respectivamente de diferentes materiales de anillo de estanquidad primero y segundo que tienen respectivos niveles de conductividad eléctrica primero y segundo que difieren uno de otro, definiéndose dicha junta de estanquidad resistente a la corrosión como dicho primer anillo de estanquidad (10) que tiene diámetros interior (18) y exterior (17) que se extienden alrededor de un eje de anillo de estanquidad, formándose dicho primer anillo de estanquidad de dicho primer material de anillo de estanquidad de manera que tenga un nivel de conductividad eléctrica original que se define por las propiedades conductoras originales de dicho primer material de anillo de estanquidad de tal manera que dicho nivel de conductividad eléctrica original defina dicho primer nivel de conductividad eléctrica, teniendo dicho anillo de estanquidad dicha cara de junta de estanquidad (15) dispuesta entre dichos diámetros interior y exterior y exhibiendo propiedades de cara de junta de estanquidad donde dicho nivel de conductividad eléctrica original se extendía originalmente a través de dicha cara de junta de estanquidad, siendo dicha cara de junta de estanquidad (15) de dicho primer anillo de estanquidad (10) una cara de junta de estanquidad tratada que ha sido tratada por un proceso de tratamiento con láser que modificó las propiedades de cara de junta de estanquidad de dicho primer anillo de estanquidad de tal manera que dicho nivel de conductividad eléctrica original se cambió a un nivel de conductividad eléctrica modificado sobre dicha cara de junta de estanquidad, poniéndose dicho nivel de conductividad eléctrica modificado muy próximo a dicho segundo nivel de conductividad eléctrica de dicho segundo anillo de estanquidad (9) para minimizar por ello la electrocorrosión entre dichas caras de junta de estanquidad de dichos anillos de estanquidad primero y segundo en aplicaciones de junta mecánica de estanquidad propensas a electrocorrosión; y
35 teniendo dicho primer anillo de estanquidad dicho nivel de conductividad eléctrica modificado en una capa en dicha cara de junta de estanquidad y teniendo dicho nivel de conductividad eléctrica original a través del grosor axial restante de dicho primer anillo de estanquidad.

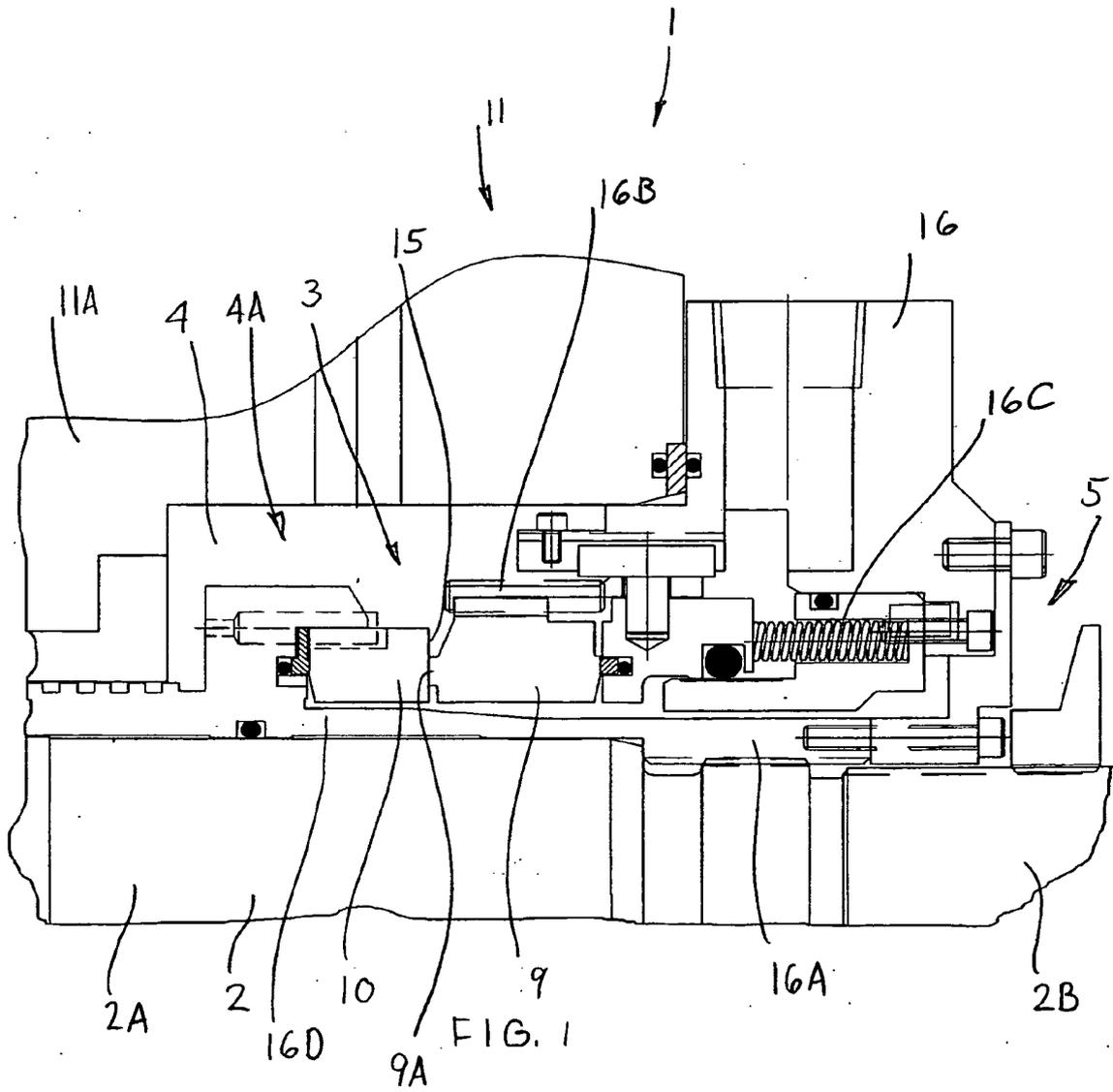
40 11. El anillo de estanquidad según la reivindicación 10, donde dicho nivel de conductividad original es eléctricamente aislante y dicho nivel de conductividad modificado es eléctricamente conductor.

45 12. El anillo de estanquidad según la reivindicación 10 o 11, donde dicho segundo anillo de estanquidad (9) habrá de ser un material de carbono de tal manera que dicho segundo nivel de conductividad y dicho nivel de conductividad modificado correspondan al nivel de conductividad de un material de carbono.

50 13. El anillo de estanquidad según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, donde dicho primer material de anillo de estanquidad (10) es un carburo de silicio.

55 14. El anillo de estanquidad según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, donde dicho proceso de acabado superficial se ha aplicado a dicha cara de junta de estanquidad (15) de dicho primer anillo de estanquidad (10) antes de dicho proceso de tratamiento con láser de tal manera que el grosor de dicha capa de dicho nivel de conductividad modificado se mantenga después de dicho proceso de tratamiento con láser.

15. El anillo de estanquidad según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, donde dicho contorno de superficie acabada tiene características de cara de junta de estanquidad de microtopografía (22) formadas en porciones de dicha cara de junta de estanquidad (15) mientras que el resto de dicha cara de junta de estanquidad se forma como porciones planas, extendiéndose dicho nivel de conductividad modificado a través de dichas porciones planas y dichas características de cara de junta de estanquidad de microtopografía.



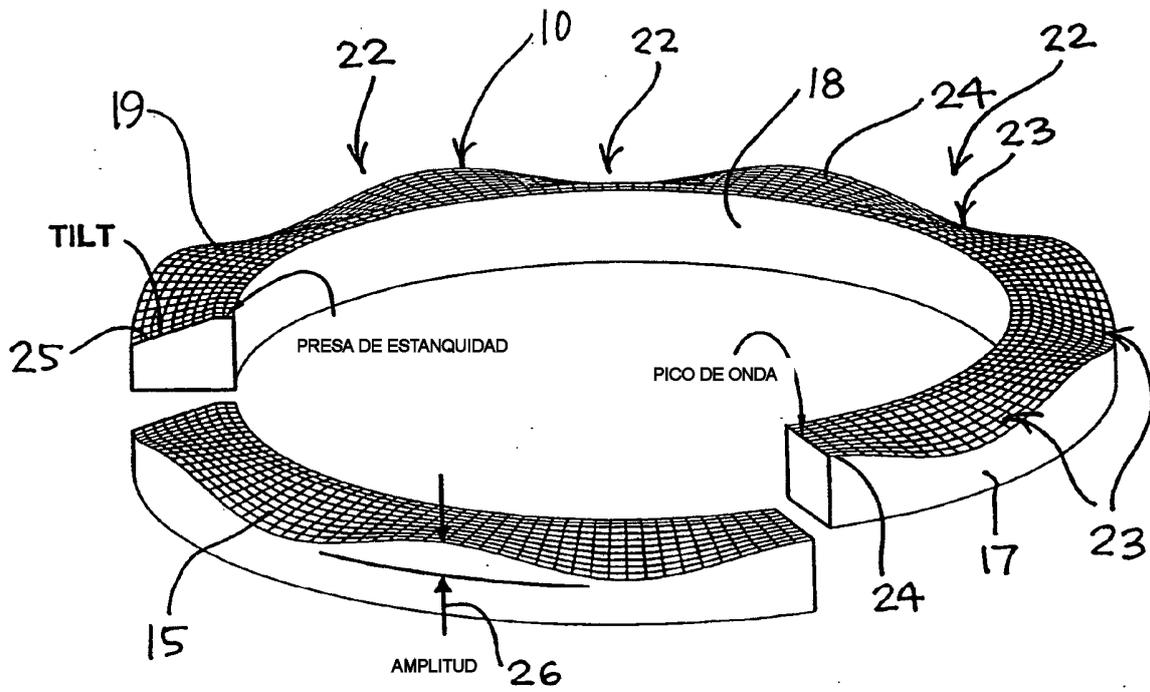


FIG. 2

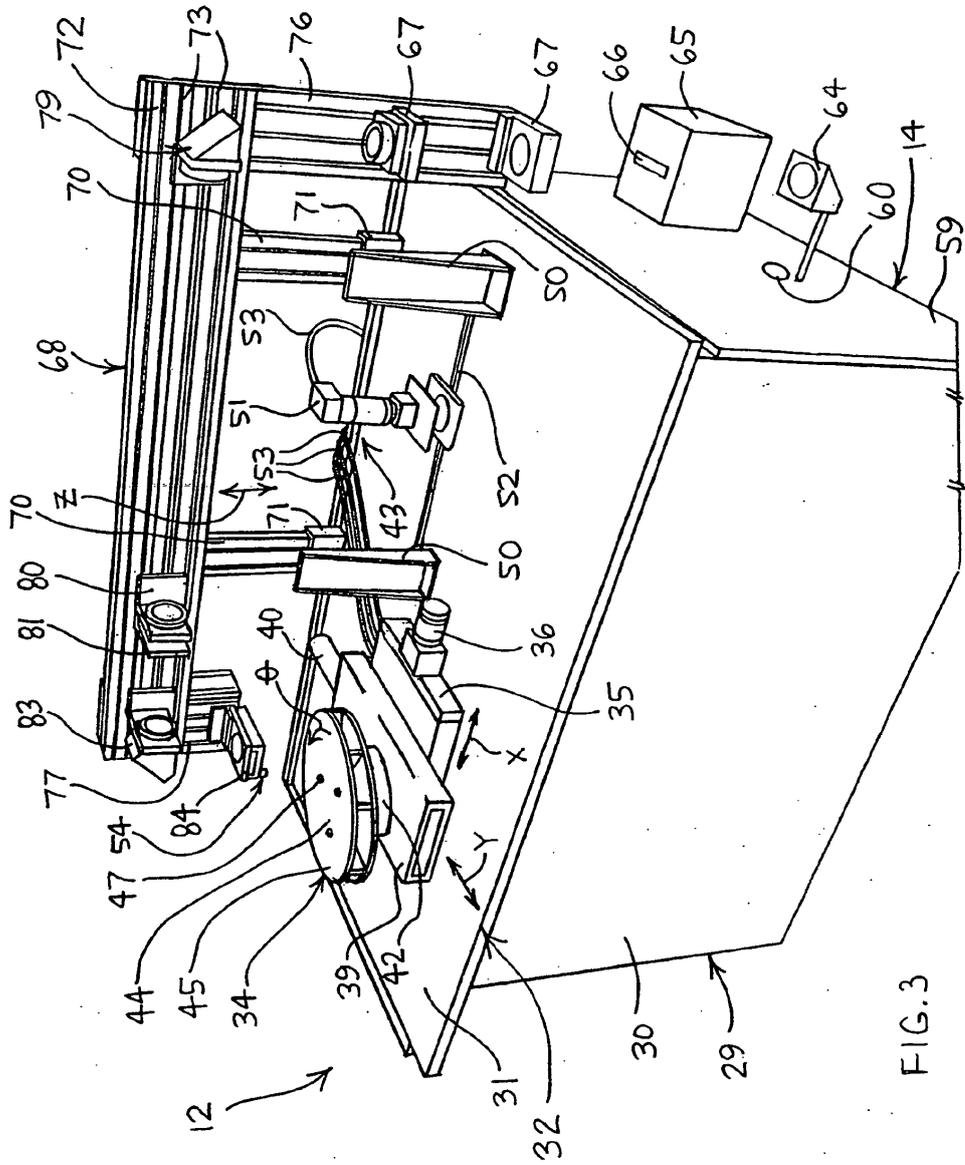


FIG. 3

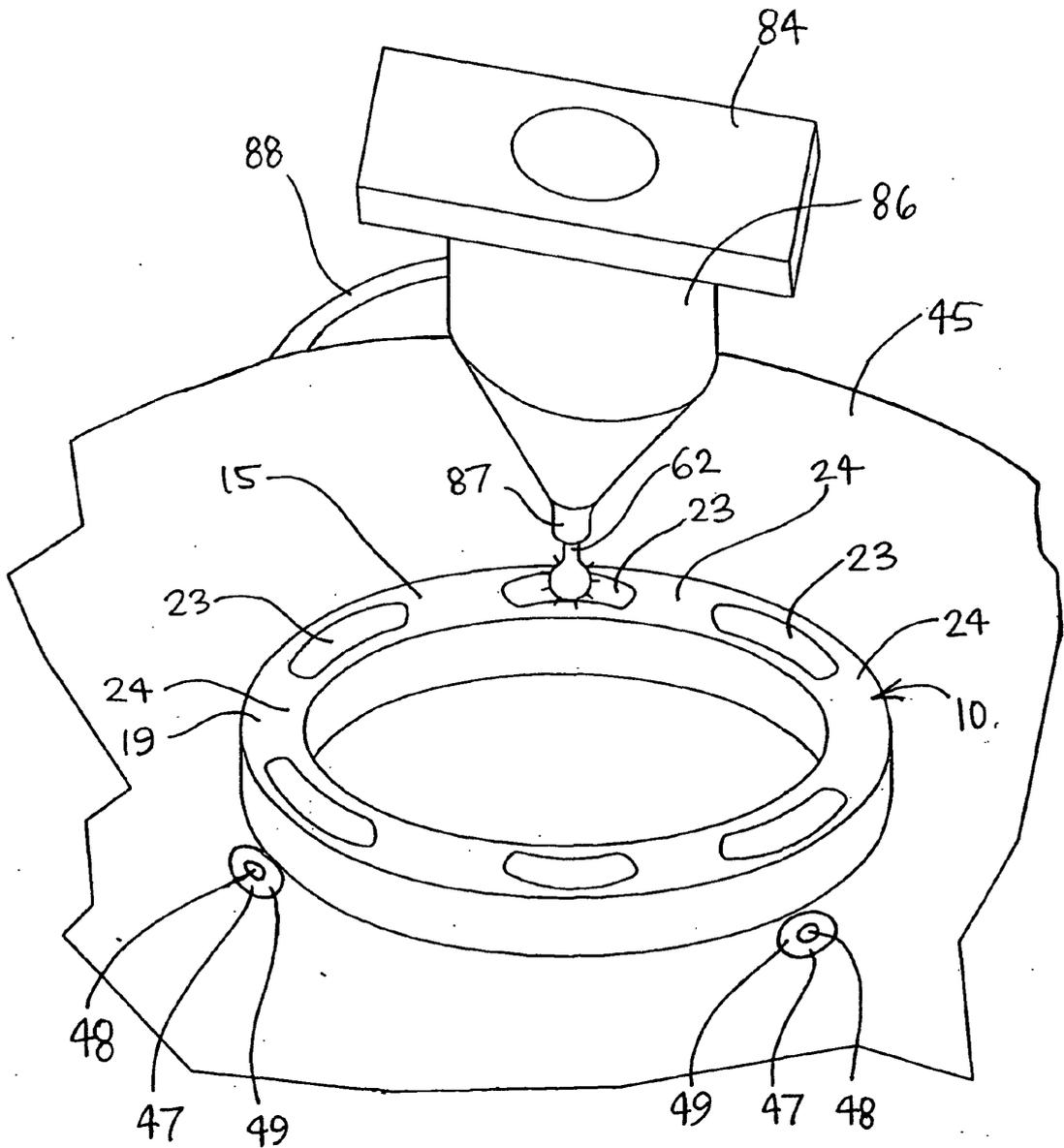


FIG. 4.

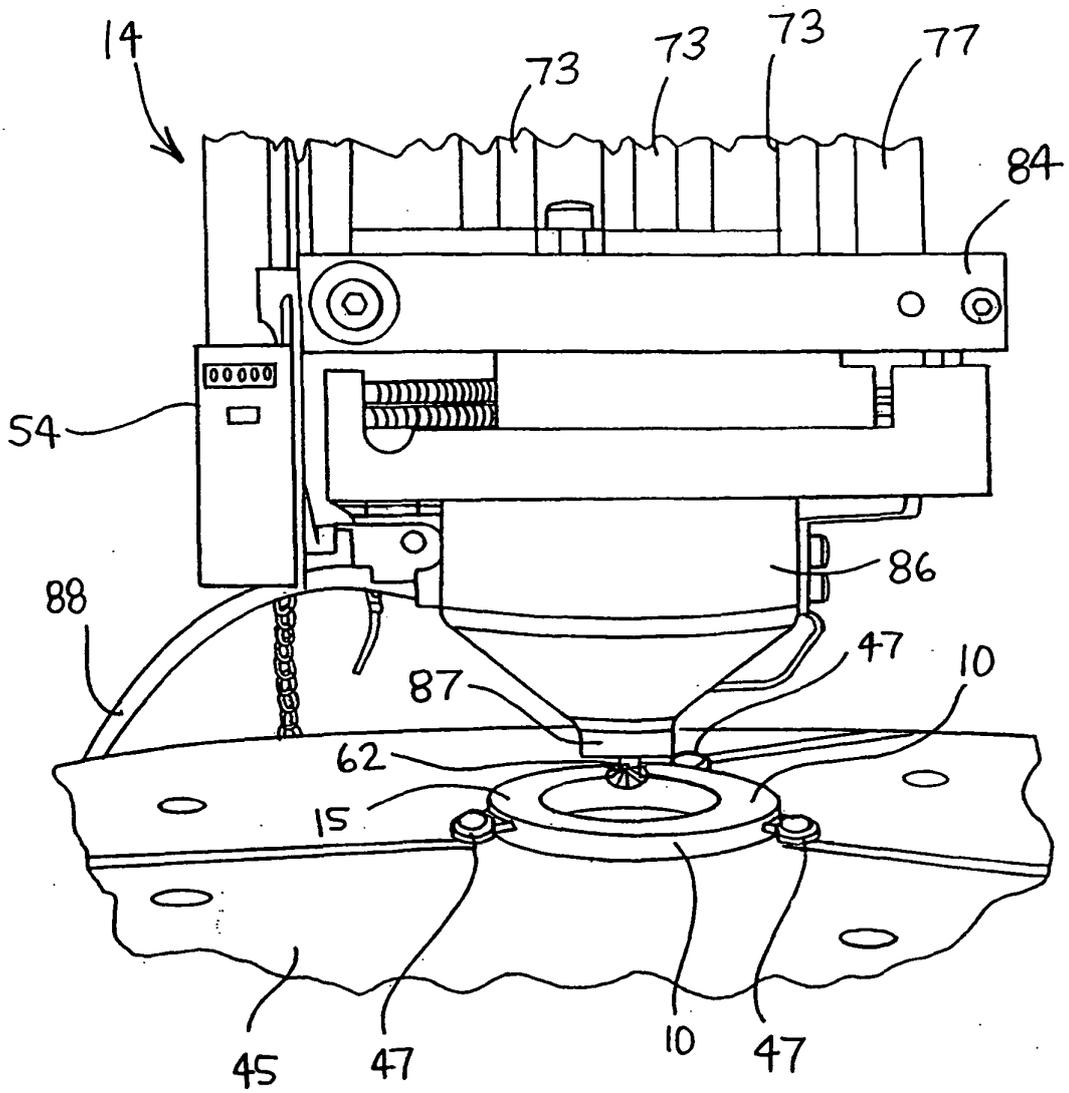


FIG. 5