

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 926 056**

51 Int. Cl.:

F27D 11/10 (2006.01)

F16J 15/22 (2006.01)

F16J 15/56 (2006.01)

H05B 7/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2015 PCT/CA2015/050345**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015 WO15164959**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2015 E 15785945 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2022 EP 3137835**

54 Título: **Sello de camisa para electrodos de horno eléctrico**

30 Prioridad:

28.04.2014 US 201461985026 P

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

21.10.2022

73 Titular/es:

**HATCH LTD. (100.0%)
2800 Speakman Drive
Mississauga, Ontario L5K 2R7, CA**

72 Inventor/es:

HALEY, STEPHEN D.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 926 056 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

Sello de camisa para electrodos de horno eléctrico

5 **Referencia cruzada a solicitud relacionada**

La presente solicitud reivindica prioridad frente a la solicitud de patente provisional de Estados Unidos n.º 61/985.026, presentada el 28 de abril de 2014.

10 **Campo técnico**

El presente tema se refiere a sellos de electrodos que se utilizan para sellar el puerto de electrodos de un horno eléctrico, y más particularmente a un sello de electrodos que tiene una disposición de sellado flexible que es capaz de seguir el movimiento axial del electrodo mientras resiste el duro entorno operativo del horno.

15

Antecedentes

Los hornos eléctricos se utilizan comúnmente en las industrias metalúrgicas para operaciones de fusión y fundición. Un horno eléctrico convencional proporciona un recinto revestido de refractario, capaz de soportar altas temperaturas en las que el material de alimentación se funde mediante uno o más electrodos cilíndricos que pasan axialmente a través de puertos circulares en el techo para mantener una profundidad adecuada para la operación de fusión. Una vez que un electrodo forma un arco con el baño fundido, se mueve después axialmente hacia arriba y hacia abajo dentro de un intervalo controlado para regular la entrada de potencia del horno. Elevar el electrodo conduce a una mayor resistencia y, por lo tanto, a una menor entrada de potencia y a una menor generación de calor, mientras que bajar el electrodo conduce a una menor resistencia y, por lo tanto, a una mayor entrada de potencia y a una mayor generación de calor. Durante la operación de fusión, el electrodo generalmente se mueve hacia arriba y hacia abajo dentro de un intervalo de aproximadamente 30 cm en relación con el nivel del baño, del orden de aproximadamente 5000 veces al día. El nivel del baño puede moverse también hacia arriba y hacia abajo dentro de un intervalo de aproximadamente 50 cm.

20

25

30

A medida que la potencia del electrodo derrite el material de carga en el horno, las puntas de los electrodos se consumen gradualmente debido a la oxidación y la erosión. Por lo tanto, para mantener la operación continua del horno, los electrodos se renuevan constantemente, normalmente usando uno de dos métodos. Una forma implica "electrodos precocidos", que son secciones de carbono sólido prefabricadas que se pueden enroscar en la columna preexistente según sea necesario. Un segundo método consiste en la formación in situ de "electrodos Soderberg" utilizando carcasas de acero consumibles que se sueldan de forma rutinaria según sea necesario y se rellenan con pasta de carbono, que se derrite y cuece dentro del horno. El segundo método permite utilizar electrodos mucho más grandes, normalmente de hasta 2 metros de diámetro donde sea necesario.

35

40

Por lo general, se proporcionan puertos significativamente sobredimensionados en el techo del horno para permitir el paso y el movimiento de la columna de electrodos para acomodar las tolerancias adecuadas del equipo, movimientos axiales y laterales combinados, vibración de electrodos, electrodos de forma irregular, así como para acomodar la acumulación que comúnmente se acumula en el exterior de la columna de electrodos durante la operación. Este gran espacio anular alrededor del electrodo resulta por lo general en el escape de calor, gases y otros materiales del horno.

45

Por lo general, se proporciona un conjunto de sello para cada electrodo para limitar el costoso escape de gases calientes y polvo del horno. Asimismo, un sello proporciona una barrera térmica y física entre el interior y el exterior del horno. Los gases de los hornos contienen frecuentemente humos metálicos tóxicos, así como SO₂ y CO que son extremadamente tóxicos y potencialmente letales. Así mismo, los sellos de electrodos inadecuados pueden afectar negativamente la eficiencia del horno y pueden resultar en dificultades para mantener la atmósfera del horno y cumplir con las regulaciones ambientales. Los gases a alta temperatura que pueden fluir a través del puerto del electrodo también pueden acelerar el desgaste del electrodo y del puerto del electrodo, y pueden generar condiciones de trabajo peligrosas y difíciles.

50

55

Mantener un sello de electrodo adecuado ha demostrado ser una tarea extremadamente difícil y por diversas razones. El movimiento axial continuo hacia arriba y hacia abajo del electrodo da como resultado que la superficie del electrodo roce constantemente contra los sellos de electrodos convencionales, planteando serios desafíos de desgaste en el mantenimiento del sello. El sello de electrodo está también directamente expuesto al gas dentro del francobordo del horno, normalmente a temperaturas de hasta aproximadamente 1500 °C, pero potencialmente más altas dependiendo de la operación, así como a las variaciones de presión, lo que da como resultado grandes diferenciales de temperatura y limitaciones significativas en el material del sello. También es común que un electrodo se mueva radialmente fuera del eje durante las operaciones normales, tanto en posición como en verticalidad, debido a las altas fuerzas electromagnéticas, empujes de bancos de carga y debido a tolerancias mecánicas. Los electrodos de Soderberg son particularmente propensos a las irregularidades de forma debido a cubiertas demasiado grandes o demasiado pequeñas, así como a la deformación de la carcasa que a menudo conduce a

60

65

electrodos no circulares. Surge una complicación adicional debido a la soldadura de las secciones de la carcasa. Si bien se hacen intentos para esmerilar las superficies soldadas sin imperfecciones, es común que las soldaduras ásperas dañen el sello de electrodo. Los electrodos precocidos son generalmente más uniformes, sin embargo, la unión entre secciones de electrodos adyacentes está frecuentemente descentrada, lo que da como resultado un

5 escalón en la interfaz entre las dos secciones contiguas. El material que emana del interior del horno comúnmente se acumula en el exterior de los electrodos a medida que se insertan y retiran a través del puerto del techo durante la operación normal. Los electrodos de Soderberg tienen un riesgo adicional de fugas de pasta de carbono desde el interior de la carcasa y de endurecimiento en el exterior antes de pasar a través del sello de electrodo. Esta y otras

10 acumulaciones de material a menudo dañan permanentemente un sello de electrodo a medida que se pasa repetidamente a través del sello.

Técnica anterior

En la técnica anterior existen numerosos diseños para sellos de electrodos. Sin embargo, ninguno de los diseños

15 conocidos por el inventor es capaz de hacer frente a las dificultades anteriores de manera satisfactoria.

Dadas las duras condiciones en las que deben operar los sellos de electrodos, no es posible utilizar muchas disposiciones de sellado convencionales, tales como las que se basan en elementos de sellado elásticamente deformables compuestos de materiales elastoméricos como caucho o silicona. Dichos materiales están por lo

20 general limitados a temperaturas muy por debajo de las temperaturas que normalmente existen dentro del entorno del horno. Así mismo, estas disposiciones de sellado convencionales no permiten normalmente la cantidad de deformidad requerida para operar de forma sostenible para esta aplicación específica.

Algunos sellos de electrodos conocidos no están diseñados para proporcionar un sello estanco a gases, sino más bien buscar reducir el área del espacio (Documentos US 4.295.001, US 3.835.233 y US 3.379.816) o proporcionar una cortina gaseosa para limitar las emisiones (Documento US 3.697.660). Algunos otros diseños intentan proporcionar un sello estanco a gases empaquetando un material blando resistente al calor en la abertura anular; sin embargo, este material se extrae con frecuencia del anillo por el movimiento axial del electrodo, eliminando así el

25 sello.

Los diseños de sellos más robustos suelen ser bastante complejos y pueden incluir un miembro de sellado comprimido radialmente que puede moverse lateralmente pero está restringido en la dirección axial. En tales disposiciones, a menudo se aplican grandes fuerzas de compresión al electrodo en un intento de deformar el

30 miembro de sellado al contorno de la superficie del electrodo. Dichos diseños son intolerantes a la presencia de material acumulado en la superficie del electrodo y, por lo tanto, a menudo incorporan cuchillas raspadoras para eliminar cualquier material acumulado y evitar que entre en el sello (Documentos US 4.759.032, US 3.683.095 y US 3.601.416). También, debido a las grandes fuerzas de compresión, el movimiento axial repetitivo y la superficie de sellado irregular del electrodo, estos sellos están sujetos a un desgaste severo y pueden requerir un mantenimiento frecuente.

35

Algunos sellos de electrodos conocidos emplean múltiples secciones telescópicas para permitir que el casquillo de sellado principal se mueva con el electrodo, reduciendo en gran medida el desgaste causado por la regulación de electrodos (Documentos US 4.377.289 y US 4.306.726). Sin embargo, tales diseños son a menudo muy costosos, difíciles de inspeccionar y mantener, y no pueden acomodar variaciones significativas en el diámetro del electrodo.

40 Los conjuntos de sello conocidos relacionados se describen también en los documentos EP 0 443 201 A1, US 4.441.726, SU 59706 A1, US 5.406.580, US 3.698.727, y en particular en el documento AU 651 132 B2 que describe un dispositivo para sellar una tubería de plástico que se extiende a través de una abertura en un tabique en caso de incendio, que comprende un collarín 12 que contiene un primer y segundo medios 13 y 15, respectivamente, para sellar una tubería de plástico 22. El collarín puede tener un medio para sujetar el dispositivo a un tabique, tal como una pared. Un medio de este tipo puede ser una porción de sujeción radial o pestaña 14 que se puede unir a la

45 pared 10 usando medios tales como pernos roscados 16. El collarín 12 comprende también una porción tubular 18 que se extiende desde el extremo interior de la pestaña radial 14 alejándose de la pared 10. Una porción anular 20 orientada radialmente hacia dentro en el extremo de la porción tubular 18 se extiende próximamente junto al lado exterior de la tubería de plástico 22. La tubería de plástico 22 se extiende a través de la porción tubular 18 del collarín 12 y una abertura 24 de la pared 10. El primer medio de sellado de tubería 13 puede incluir un medio de compresión radial tal como un resorte 34, que rodea la tubería de plástico 22 bajo tensión junto al collarín 12. En un incendio, la tensión del resorte 34 provoca un estrangulamiento progresivo de la tubería de plástico 22 a medida que el tubo se reblandece y se vuelve dúctil por el calor generado por el fuego. El resorte de tensión 34 está contenido dentro de un recinto 30 que se contraerá junto con el resorte 34 para sellar la tubería 22 en caso de incendio. El

50 recinto 30 se compone de material laminar un resistente al fuego, deformable, termoaislante que aísla el resorte 34 del calor para que pueda mantener su función durante más tiempo mientras está expuesto a las altas temperaturas generadas en un incendio. El recinto 30 está preferentemente constituido esencialmente por una tela textil deformable, ignífugo y termoaislante, preferiblemente hecho de filamentos inorgánicos resistentes a altas temperaturas tales como filamentos cerámicos, por ejemplo, fibras de alúmina-sílice-boria. El segundo medio de sellado 15 incluye un material intumesciente termoactivable 26. El resorte de tensión 34 está unido a un lado interior del recinto 30 por medios de sujeción adecuados, por ejemplo, por costura. En la realización de las Figuras 1 y 2 del

55

60

65

documento AU 651132 B2, una capa del material resistente al fuego, deformable, termoaislante se pliega en 32 con el resorte situándose en el extremo en bucle entre capas superpuestas. Al contraerse el resorte 34, el recinto 30 se cierra al mismo tiempo para ayudar a sellar la tubería de plástico para evitar el paso de las llamas, humo, gases, y similares. El recinto 30 protege el resorte 34 para que no se vuelva inútil por la influencia del calor. El recinto 30 junto con el resorte 34 forma así un sellado temporal del conducto de abertura hasta que el material intumesciente 26 haya tenido suficiente tiempo para reaccionar y expandirse.

Sigue existiendo la necesidad de un sello de electrodo que evite el uso de mecanismos complejos que se degradan rápidamente en un entorno de horno hostil, y que sea compacto, eficaz, económico, y permita también una rápida inspección y mantenimiento.

Objeto de la invención divulgada

El objetivo de la presente invención es abordar la necesidad de un dispositivo capaz de mantener un sello a alta temperatura, ambiente polvoriento contra una superficie cilíndrica altamente variable mientras permite que grandes imperfecciones en la superficie, particularmente material acumulado en la superficie, pasen a través del sello, sin comprometer la integridad del sello sin dejar de ser financieramente beneficioso y mantenible dentro del entorno existente.

Los objetivos concurrentes son ocupar un área pequeña, evitar el uso de mecanismos complejos que se degradan rápidamente en un ambiente de horno hostil y permitir una inspección y mantenimiento rápidos.

Sumario de la divulgación

El siguiente sumario pretende introducir al lector a la descripción más detallada que sigue, y no definir o limitar el objeto de las reivindicaciones adjuntas.

La presente invención utiliza un sello altamente flexible, proporcionado por el collarín de una o más láminas tejidas plegadas, que permite que el sello se expanda y contraiga en la dirección radial, así como se mueva lateral y axialmente dentro de los confines de la(s) lámina(s).

Los sellos de electrodos anteriores pueden desgastarse rápidamente debido a las grandes fuerzas de compresión utilizadas para deformar el miembro de sellado con respecto al contorno de la superficie del electrodo. La presente invención se centra en la flexibilidad del sello para permitir que se apliquen fuerzas de compresión mucho más bajas y al tiempo que permite que el sello se mueva axialmente, reduciendo así potencialmente el desgaste causado por la regulación de los electrodos.

Un resorte toroidal dentro del collarín de la(s) lámina(s) proporciona la compresión del sello alrededor del electrodo con suficiente flexibilidad para permitir el paso de las imperfecciones e inconsistencias graves comunes a los electrodos. La anchura radial del collarín se selecciona de tal forma que el desplazamiento axial alcanzable pueda reducir o eliminar el desgaste por fricción excesivo causado durante la regulación normal del electrodo. Otros mecanismos de sellado que utilizan un resorte toroidal como medio para aplicar compresión tienen un intervalo limitado y requieren normalmente de un miembro de sellado elásticamente deformable; sin embargo, los materiales elastoméricos no son adecuados para esta aplicación particular debido a las altas temperaturas. El sello de la presente invención está hecho de una o más láminas de tela tejidas en una disposición particular para promover la flexibilidad del sello tanto radial como axialmente una vez plegado. Las fibras individuales que componen cada una de las láminas están dispuestas inicialmente para aproximarse a una superficie de "doble regla", una superficie en la que dos líneas rectas pasan por cada punto de la superficie. Esta disposición permite modificar la anchura radial del sello sin depender de ninguna propiedad elástica del material que forma el sello. Esto permite un sello altamente flexible y efectivamente estanco a gases que se forma a partir de fibras cerámicas sustancialmente inelásticas capaces de operar a temperaturas convencionales de un horno eléctrico. Así mismo, el sello es visible abiertamente, lo que permite una inspección rápida, y se conecta simplemente de manera que se puede reemplazar rápidamente mientras el electrodo aún está en su lugar, ambas características muy valoradas para un sello de electrodo.

Con esta disposición la principal fuente de desgaste, causada por la regulación del electrodo, puede reducirse en órdenes de magnitud o, en algunos casos, incluso eliminarse, ya que el sello puede moverse axialmente y absorber gran parte del movimiento cíclico del electrodo. Para grandes movimientos de electrodos, la facilidad con la que el sello puede deformarse permite aplicar una presión de contacto mínima que reduce las fuerzas de fricción y el área de contacto, ambas de las que reducen la tasa de desgaste.

Las invenciones anteriores a menudo requerían el uso de cuchillas rascadoras para eliminar el material acumulado, mientras que la presente invención normalmente es capaz de deformarse alrededor de este material. Los electrodos desalineados o de tamaño insuficiente pueden ser otra causa importante del fallo del sello, ya que muchas invenciones anteriores se basan fundamentalmente en la superficie del electrodo para mantener su disposición física. Cuando la superficie del electrodo se sale demasiado de su posición, estos sellos anteriores pueden fallar catastróficamente y los componentes pueden perderse permanentemente en el horno. La presente invención es

capaz de mantener su disposición física con el electrodo completamente retirado y normalmente puede continuar sellando una vez que se reemplaza el electrodo.

5 Debido a la simplicidad, robustez y rentabilidad inherente de la presente invención, hay muchas aplicaciones para este conjunto de sellos más allá de los sellos de electrodos de horno. Al reducir sustancialmente la dependencia de la elasticidad del material, este diseño puede proporcionar un sello altamente adaptable en una amplia gama de entornos y, por lo tanto, las aplicaciones adicionales son extensas.

10 En un aspecto, se proporciona un conjunto de sello de electrodo para sellar un espacio anular entre una superficie cilíndrica exterior de un electrodo y un borde de un puerto en el techo de un horno eléctrico, en donde un extremo inferior del electrodo se extiende a través del puerto hacia el interior del horno, y el electrodo se puede mover a través de dicho puerto a lo largo de un eje vertical. El conjunto de sello de electrodo comprende: (a) un miembro de sellado anular que tiene un borde de soporte y un borde móvil, en donde el borde de soporte está adaptado para fijarse a una superficie fija y el borde móvil está libre y está dispuesto para acoplarse a la superficie cilíndrica exterior del electrodo, siendo el miembro de sellado flexible y pudiendo el borde móvil desplazarse axial y radialmente; y (b) un miembro de resorte ubicado cerca del borde móvil del miembro de sellado, empujando el miembro de resorte el borde móvil del miembro de sellado alejándolo del borde de soporte.

20 En otro aspecto, se proporciona un conjunto de sello para sellar una abertura entre una superficie de sellado variable y una superficie fija para uso a temperaturas que normalmente no son adecuadas para materiales elásticos. El conjunto de sello comprende: (a) un miembro de sellado que tiene un borde de soporte dispuesto para ser asegurado a la superficie fija y un borde móvil dispuesto para acoplarse a la superficie de sellado, siendo el miembro de sellado flexible y permitiendo el desplazamiento del borde móvil paralelo y perpendicular a la superficie de sellado; y (b) un miembro de resorte ubicado cerca del borde móvil del miembro de sellado, empujando el miembro de resorte el borde móvil del miembro de sellado alejándolo del borde de soporte.

30 En otro aspecto, se proporciona un miembro de sellado anular que comprende un borde de soporte dispuesto para fijarse a una superficie, y un borde móvil dispuesto para acoplarse a una superficie exterior sustancialmente cilíndrica. El miembro de sellado comprende al menos una lámina flexible compuesta por una disposición tejida de fibras resistentes al calor, siendo la al menos una lámina flexible plegable para formar una camisa toroidal.

Breve descripción de los dibujos

35 Con el fin de que el objeto reivindicado pueda ser mejor comprendido, se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 la Figura 1 es una vista pictórica de una primera realización del conjunto de sello con una porción recortada alrededor de un electrodo de Soderberg convencional. Se utilizan líneas visibles para mostrar el miembro de sellado 22 desplazado hacia abajo, se utilizan líneas ocultas para mostrar el miembro de sellado 22 desplazado hacia arriba;

la Figura 2 es una porción ampliada del conjunto de sello de la Figura 1;

45 la Figura 3 es una porción ampliada del conjunto de alojamiento del sello y del miembro de sellado;

la Figura 4 es una vista explicativa de la superficie de doble regla que se utiliza para construir las láminas 32 del miembro de sellado 22;

50 la Figura 5 es una vista pictórica de una lámina plegada 32 dentro del miembro de sellado 22, con un número de fibras eliminadas que revelan la disposición de las fibras individuales;

la Figura 6 es una vista en corte ampliada de una porción del miembro de sellado 22, mostrando los ojales de soporte y el resorte toroidal, en su posición de instalación sin superficie de sellado presente;

55 la Figura 7 es una vista en corte ampliada de una parte del miembro de sellado 22' de acuerdo con una segunda realización que no forma parte de la presente invención, mostrando los ojales de soporte y el resorte toroidal, en su posición de instalación sin superficie de sellado presente;

60 la Figura 8 es una vista pictórica del miembro de sellado 22 en su posición abierta, dejando al descubierto la junta traslapada que permite la instalación y el mantenimiento;

65 la Figura 9. es una representación gráfica del movimiento del electrodo a través de un sello de electrodo convencional, así como el movimiento del electrodo a través del conjunto de sello de electrodo de la Figura 1, por lo que el movimiento axial permisible elimina gran parte del desgaste cíclico; y

la Figura 10 es una representación gráfica de cómo el intervalo axial del movimiento del sello y la presión del

sello se relacionan con el desgaste del sello.

Descripción detallada de las realizaciones

5 En la siguiente descripción, se establecen detalles específicos para proporcionar ejemplos del objeto reivindicado. Sin embargo, las realizaciones descritas a continuación no pretenden definir o limitar el objeto reivindicado. Será evidente para los expertos en la materia que pueden ser posibles muchas variaciones de las realizaciones específicas dentro del alcance del objeto reivindicado.

10 La primera realización descrita a continuación se refiere a un sello para sellar un puerto de electrodo en el techo de un horno eléctrico, a través del que se extiende un electrodo orientado verticalmente. Sin embargo, se apreciará que el sello que se describe a continuación puede adaptarse para su uso en otros campos donde se requiere un sello contra una superficie cilíndrica altamente variable y donde existe un movimiento relativo entre el sello y la superficie cilíndrica. También se apreciará que la superficie no es necesariamente cilíndrica, ni es necesario que sea vertical.

15 En su lugar, el sello que se describe a continuación se puede usar para dispositivos que tienen varias formas y/u orientaciones.

La Figura 1 y la Figura 2 ilustran un conjunto de sello de electrodo 10 montado en la parte superior del techo 12 de un horno eléctrico para operaciones de fusión y/o fundición de metales. El techo está construido con un material refractario, como ladrillo refractario, y tiene un puerto de electrodo 14 que comprende una abertura circular en el techo 12, a través de la que el extremo inferior de un electrodo 16 se extiende hacia el interior del horno. Dependiendo de la operación, el francobordo del horno (el espacio de gas sobre el baño de metal fundido) estará normalmente a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 300 °C-1500 °C, dependiendo de la operación específica.

25 El electrodo 16 normalmente está soportado en una orientación sustancialmente vertical por una estructura de soporte convencional (no mostrada), incluyendo medios para subir y bajar el electrodo dentro del horno. Como se ha mencionado anteriormente, durante la operación del horno, el electrodo 16 se puede mover repetidamente hacia arriba y hacia abajo dentro de un intervalo de aproximadamente 30 cm con respecto al nivel del baño, del orden de aproximadamente 5000 veces al día para regular la entrada de potencia del horno. El nivel del baño puede subir y bajar también, normalmente dentro de un intervalo de aproximadamente 50 cm, lo que también requiere el movimiento de los electrodos. Durante una parada del horno, el electrodo 16 puede retirarse completamente del horno mientras el sello de electrodo permanece en su lugar.

35 El electrodo 16 tiene una superficie exterior 18 que es aproximadamente cilíndrica y puede incluir una serie de defectos como se describe en el presente documento. Cuando el electrodo 16 está precocido, la superficie exterior 18 comprenderá carbono. Cuando el electrodo 16 es un electrodo de Soderberg, la superficie exterior 18 comprenderá metal ya que el electrodo de Soderberg tiene una cubierta de metal de sacrificio.

40 El puerto 14 tiene un diámetro que es mayor que el diámetro de la superficie exterior 18 del electrodo 16 y, por lo tanto, existe un espacio anular 20 entre la superficie exterior 18 del electrodo 16 y el borde del puerto 14. El conjunto de sello 10 incluye relativamente pocos componentes. Uno de los componentes es un miembro de sellado 22 para formar un sello a través de la abertura entre la superficie de sellado y la superficie rígida circundante. En la presente realización, la superficie de sellado es la superficie exterior 18 del electrodo 16. La superficie rígida de la presente realización comprende un alojamiento anular 30 del sello ubicado en el techo 12 del horno y fijado al mismo. El alojamiento 30 del sello rodea el puerto 14 del electrodo y se describe con más detalle a continuación.

50 El miembro de sellado 22 tiene un borde de soporte 24 dispuesto para asegurarse al alojamiento 30 del sello, y algunas veces se denomina en el presente documento tal como el "borde asegurado 24". El miembro de sellado tiene también un borde móvil 26 dispuesto para acoplarse con la superficie de sellado 18. En la presente realización, el miembro de sellado 22 es anular y el borde asegurado 24 está ubicado radialmente hacia fuera del borde móvil 26.

Otro componente del conjunto de sello 10 es un miembro de resorte 28 que empuja al borde móvil 26 del miembro de sellado 22 en una dirección radialmente hacia dentro y en acoplamiento sellado con la superficie de sellado 18 del electrodo 16.

60 El miembro de sellado 22 es flexible para permitir que el borde móvil 26 se desplace tanto hacia arriba como hacia abajo, así como desplazarse en la dirección radial.

Para que el miembro de sellado 22 resista el duro entorno del puerto de electrodo 14 y sobreviva a la exposición continua al calor y a gases que se elevan desde el francobordo del horno (es decir, el espacio dentro del horno entre el baño fundido y el techo), el miembro de sellado 22 comprende un material que es resistente a las temperaturas de operación que existen en el francobordo del horno. Por ejemplo, en la presente realización, el material que comprende el miembro de sellado 22 es resistente a la exposición continua a las temperaturas de francobordo de hasta aproximadamente 1500 °C.

En la presente realización, el miembro de sellado 22 está compuesto por una o más láminas 32 de una tela cerámica fibrosa, estando tejida la tela a partir de fibras cerámicas sustancialmente inelásticas.

5 El miembro de sellado 22 tiene una estructura plegada, en la que al menos una lámina 32 tiene un par de bordes opuestos 34, 36. La lámina 32 se pliega sobre sí misma de tal forma que el borde 34 se encuentra por encima del borde 36. La lámina 32 se pliega con ambos bordes 34, 36 ubicados en o cerca del borde asegurado 24 del miembro de sellado 22.

10 El miembro de sellado 22 está construido a partir de una pluralidad de láminas 32, cada una plegada sobre sí misma. Cada lámina 32 de tela puede ser algo permeable a gases y, por lo tanto, el número de láminas 32 se selecciona para proporcionar un número de capas que harán que el miembro de sellado 22 sea sustancialmente impermeable a los gases del horno. El número de láminas 32 se selecciona también para proporcionar resistencia al desgaste, particularmente en el borde móvil 26, para permitir una cierta cantidad de desgaste antes de que sea necesario reemplazar el miembro de sellado 22. Con fines de ilustración, el miembro de sellado 22 se muestra compuesto por dos láminas plegadas 32, de tal forma que el miembro de sellado 22 esté compuesto por cuatro capas de tela. Sin embargo, el miembro de sellado 22 puede comprender una lámina 32 o más de dos láminas, dependiendo al menos en parte de la permeabilidad de la tela y de las características de desgaste deseadas.

20 El miembro de sellado 22 puede describirse como si tuviera una forma toroidal, teniendo la forma de un collarín toroidal formado por láminas de tela plegadas 32. El diámetro interior mínimo del miembro de sellado anular 22 (definido como el diámetro interior del miembro de sellado 22 con el electrodo extraído del conjunto de sello 10) es menor que el diámetro del electrodo 16, para proporcionar un sello entre el miembro de sellado 22 y el electrodo 16, y asimismo, para permitir el movimiento axial del borde móvil 26.

25 En el miembro de sellado 22, las fibras que componen las láminas de tela 32 se tejen en una disposición particular para promover la flexibilidad del miembro de sellado 22 tanto radial como axialmente. En este sentido, fibras individuales que componen cada una de las láminas 32 están dispuestas inicialmente para aproximarse a una superficie de "doble regla", una superficie en la que dos líneas rectas pasan por cada punto de la superficie. Con referencia a la Figura 4, se muestra una sola lámina 32 desplegada a lo largo del eje vertical A, con muchas fibras removidas pero manteniendo su forma anular. Una vez que esta superficie de "doble regla" se pliega como se muestra en la Figura 5, el ángulo de las fibras se puede modificar libremente, permitiendo que la anchura radial de la superficie cambie también libremente. Se apreciará que cada lámina 32 sólo puede aproximarse a esta superficie de doble regla.

35 Esta disposición permite modificar la anchura radial del miembro de sellado 22 sin depender de ninguna propiedad elástica del material que comprende el miembro de sellado 22.

40 El miembro de resorte 28 en el conjunto de sello 10 está encerrado dentro del espacio hueco 38 definido por la estructura de lámina plegada del miembro de sellado 22. El miembro de resorte 28 es resistente a altas temperaturas de operación y puede estar compuesto por un metal resistente al calor. En la presente realización, el miembro de resorte 28 comprende un resorte anular tal como un resorte toroidal. El miembro de resorte 28 empuja constantemente el borde móvil 26 en una dirección radialmente hacia dentro. Por lo tanto, el miembro de resorte 28 se encuentra bajo tensión tanto cuando el conjunto de sello 10 está sellando el electrodo 16 como cuando el electrodo 16 se retira del conjunto de sello 10.

50 La tensión del miembro de resorte 28 se selecciona para proporcionar la cantidad mínima de compresión en la superficie exterior 18 del electrodo 16 que proporcionará un sello de gas en condiciones normales de operación del horno. La alta flexibilidad del miembro de sellado 22 permite minimizar la compresión mientras se mantiene un sello entre el miembro de sellado 22 y la superficie exterior 18 del electrodo 16. Estas bajas fuerzas de compresión, junto con la alta flexibilidad del miembro de sellado, permiten que la forma del miembro de sellado 22 se adapte continuamente a cualquiera de las irregularidades de la superficie del electrodo mencionadas anteriormente, mientras se minimiza el desgaste del miembro de sellado 22 provocado por la fricción entre el miembro de sellado 22 y la superficie exterior irregular 18 del electrodo 16. Por lo tanto, el conjunto de sello 10 no requiere rascadores para eliminar las acumulaciones superficiales del electrodo. Un beneficio adicional del presente diseño es que permite que el conjunto de sello 10 permita el alivio de presión, por lo que los gases del horno pueden escapar entre el miembro de sellado 22 y la superficie exterior 18 del electrodo 16 en el caso de un cambio repentino de presión extrema dentro del horno. Tal alivio de presión no se proporciona con los diseños de sellos de la técnica anterior que aplican altas fuerzas de compresión en el electrodo. Por tanto, el presente diseño ayuda también a evitar daños al conjunto de sello 10 en el caso de aumentos repentinos de presión dentro del horno.

65 En la primera realización, el borde asegurado 24 del miembro de sellado 22 está asegurado a una superficie rígida, tal como el alojamiento 30 del sello. Esto se ve mejor en las Figuras 2 y 3. El alojamiento 30 del sello está ubicado en el techo 12 del horno y comprende un anillo anular que tiene un diámetro interior mayor que el diámetro del puerto 14 del horno. El alojamiento 30 del sello que se muestra en los dibujos incluye una pared lateral vertical continua 46 que tiene una pestaña superior horizontal 48 y una pestaña inferior horizontal 50. El alojamiento 30 del

sello puede comprender además una placa de retención 52 en forma de un anillo anular plano de aproximadamente el mismo tamaño que la pestaña superior 48, que se asegura mecánicamente a la pestaña superior 48 sobre una pluralidad de pasadores 54 separados alrededor de la circunferencia de la pestaña superior 48 que pasan a través de orificios en la placa de retención 52.

5 El borde asegurado 24 del miembro de sellado 22 está asegurado y comprimido entre la pestaña superior 48 y la placa de retención 52 del alojamiento 30 del sello. El miembro de sellado 22 contiene una pluralidad de aberturas 56 cerca del borde asegurado 24, para permitir que los pasadores 54 pasen a través del miembro de sellado 22. Para proporcionar mayor fuerza, las aberturas 56 pueden reforzarse con ojales metálicos 58.

10 Como se muestra en la Figura 2, la parte superior del alojamiento 30 del sello puede estar abierta, con el borde asegurado 24 del miembro de sellado 22 ubicado cerca de la parte superior abierta del alojamiento 30 del sello. Con esta disposición, el borde móvil 26 del miembro de sellado 22 se puede desplazar axialmente hacia arriba por encima de la parte superior del alojamiento 30 del sello en una cantidad deseada durante el desplazamiento axial hacia arriba del electrodo 16. El miembro de sellado 22 se muestra en la Figura 2 utilizando líneas ocultas en esta disposición hacia arriba. El alojamiento 30 del sello permite también que el borde móvil 26 del miembro de sellado 22 se desplace axialmente hacia abajo en una cantidad deseada durante el desplazamiento axial hacia abajo del electrodo 16. El miembro de sellado 22 se muestra en la Figura 2 usando líneas visibles en esta disposición hacia abajo. La parte superior abierta del alojamiento 30 del sello permite también una fácil inspección y reemplazo del miembro de sellado 22.

25 Se puede proporcionar un protector de alojamiento de ladrillo 44 entre la carcasa 30 del sello y el techo 12 del horno para proteger parcialmente el conjunto de sello 10 del calor y de los gases del interior del horno. El protector de alojamiento de ladrillo 44 comprende un anillo anular que contiene ladrillos refractarios 66 que se extienden parcialmente a través de la abertura 20 entre el electrodo 16 y el borde del puerto 14 del electrodo.

También se puede proporcionar un protector de cobre enfriado por agua entre el protector de alojamiento de ladrillo 44 y el techo 12 del horno para proporcionar un protector térmico adicional al conjunto de sello 10.

30 El miembro de sellado 22 se puede quitar quitando primero la placa de retención 52 de la pestaña superior 48 para liberar el borde asegurado 24 del miembro de sellado 22. En algunas realizaciones, el miembro de sellado 22 está configurado para permitir su instalación, retirada y/o reemplazado con el electrodo 16 en su lugar, es decir, con el extremo inferior del electrodo extendiéndose a través del puerto 14 en el techo 12 del horno. Para permitir tal instalación, tanto el miembro de sellado 22 como el miembro de resorte 28 se pueden abrir para que puedan involucrarse alrededor del electrodo 16 e instalarse en la pestaña superior 48 del alojamiento 30 del sello. Por consiguiente, como se muestra en la Figura 8, el miembro de sellado 22 puede estar provisto de un primer extremo 68 y un segundo extremo 70 que pueden unirse para formar la estructura de collarín toroidal del miembro de sellado 22. Debido a que la estructura anular del miembro de sellado debe ser continua, los extremos 68, 70 del miembro de sellado 22 deben superponerse, y el espesor de las partes superpuestas debe ser sustancialmente el mismo que el espesor del resto del miembro de sellado 22. Esto se puede lograr de diversas formas, dependiendo de la estructura específica del miembro de sellado 22. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 8, el miembro de sellado 22 comprende dos láminas 32 y un total de cuatro capas, donde un extremo 68 tendrá la lámina exterior 32 recortada en una cantidad igual a la superposición, y el otro extremo 70 tendrá la lámina interior 32 recortada en una cantidad equivalente. Por consiguiente, el primer extremo 68 encajará dentro del segundo extremo 70 del miembro de sellado 22, de tal forma que la porción superpuesta comprenda el mismo número de capas en cualquier punto de su longitud. La junta superpuesta se puede asegurar proporcionando al menos un conjunto de aberturas 56 con ojales 58 a través de los que las partes superpuestas del miembro de sellado 22 se mantienen unidas de forma segura.

50 El miembro de resorte 28 puede comprender un eje lineal, resorte helicoidal alargado que tiene medios de sujeción en sus extremos opuestos, para permitir que los extremos se conecten entre sí.

Habiendo descrito ahora los componentes del conjunto de sello 10, a continuación se describen las características adicionales del conjunto de sello 10 en relación con la operación del conjunto de sello.

55 Como se ha mencionado anteriormente, el diámetro interior mínimo del miembro de sellado 22 es menor que el diámetro de la superficie exterior 18 del electrodo 16. Por consiguiente, en una situación donde el electrodo 16 se retira del puerto 14 del horno y se retira del conjunto de sello 10, el miembro de sellado 22 puede tener la configuración horizontal que se muestra en la Figura 6, con el miembro de resorte 28 empujando el borde móvil 26 del miembro de sellado 22 en una dirección radialmente hacia dentro. El conjunto de sello 10 como se ha descrito en el presente documento es totalmente autoportante y mantiene su estructura independientemente de si el electrodo 16 está presente o no en el puerto del horno. Si se requiere, el electrodo 16 puede bajarse al puerto 14 del horno o retirarse del puerto 14 del horno con el miembro de sellado 22 en su lugar. En algunos diseños de la técnica anterior, la estructura del sello no se mantiene sin la presencia del electrodo 16, lo que complica la inserción y extracción del electrodo 16.

65 Con el electrodo 16 extendiéndose a través del puerto 14 del horno, el miembro de sellado 22 expandirá su diámetro

interior para que pueda acomodarse y formar un sello con la superficie exterior 18 del electrodo 16. Se enfatiza que esta expansión del miembro de sellado 22 se logra sin ningún estiramiento de las fibras 40 que forman el miembro de sellado 22, sino que más bien se logra mediante el movimiento de las fibras 40 dentro de cada lámina 32 del miembro de sellado 22, y por la expansión o alargamiento del miembro de resorte 28.

5 Como se ha mencionado anteriormente, el electrodo 16 se mueve hacia arriba y hacia abajo en pequeñas cantidades para controlar la entrada de potencia del horno. Cuando el electrodo 16 se mueve hacia arriba, la flexibilidad del miembro de sellado 22 permite que el borde móvil 26 se mueva hacia arriba con el electrodo 16. De forma similar, cuando el electrodo 16 se mueve hacia abajo, la flexibilidad del miembro de sellado 22 permite que el
10 borde móvil 26 se mueva hacia abajo.

La anchura radial del miembro de sellado 22 se selecciona para permitir suficiente desplazamiento hacia arriba y hacia abajo del borde móvil 26, para minimizar o eliminar el deslizamiento por fricción repetitivo del borde móvil 26 a lo largo de la superficie exterior rugosa 18 del electrodo 16 provocado por la regulación del electrodo. Por tanto, el
15 movimiento axial del borde móvil 26 permite que el conjunto de sello 10 absorba el movimiento cíclico del electrodo 16, reduciendo así la fuente principal de desgaste en el miembro de sellado 22. Para movimientos mayores del electrodo 16, la presión de contacto relativamente baja aplicada al electrodo 16 reduce el área de contacto y las fuerzas de fricción entre el miembro de sellado 22 y el electrodo 16, ambas de las que reducen aún más la tasa de
20 desgaste.

El movimiento axial del borde móvil 26 tiene un impacto significativo en el desgaste del sello. Como se muestra en el gráfico superior de la Figura 9, una porción considerable de los movimientos de los electrodos ocurren cíclicamente dentro de un intervalo corto. Al permitir que el sello se mueva axialmente, gran parte del desgaste se elimina ya que el sello puede seguir al electrodo a lo largo de este movimiento repetitivo. Solo cuando el electrodo se mueve más
25 allá del intervalo axial del sello, se produce realmente el desgaste. En la Figura 10 se muestra que incluso un pequeño intervalo de movimiento da como resultado una reducción significativa del desgaste y una reducción de la presión de sellado, posible gracias a la flexibilidad del sello, reduce aún más la tasa de desgaste.

Una característica opcional que se puede añadir al miembro de sellado 22 que no se muestra en las figuras es una lámina exterior adicional 32 incluida para proteger aún más el miembro de sellado 22 de la abrasión. Esta lámina exterior 32 puede estar compuesta por fibras metálicas (o alambres) orientadas de forma similar a las fibras
30 cerámicas 40. Como alternativa, la lámina exterior 32 puede estar compuesta por una malla metálica similar a una cota de malla. En ciertas orientaciones, la cota de malla posee características de flexibilidad similares a las de las láminas 32 del miembro de sellado 22 y, por lo tanto, no reduce la flexibilidad del miembro de sellado 22.

Un conjunto de sello de acuerdo con una segunda realización que no forma parte de la presente invención se describe brevemente a continuación con referencia a la Figura 7. Los elementos de la segunda realización que son similares a los de la primera se denominan con los mismos números de referencia, sin embargo con números primos
35 en la segunda realización.

La Figura 7 muestra el miembro de sellado 22' de un conjunto de sello como se define en el presente documento, que incluye también un miembro de resorte 28'. Como en la primera realización, el miembro de sellado 22' se compone de láminas plegadas 32' de una tela compuesta de fibras 40', teniendo cada una de las láminas 32' bordes opuestos 34' y 36' que se pliegan uno sobre otro para formar un collarín toroidal con un interior hueco 38' dentro del
40 que está encerrado el miembro de resorte 28'.

El miembro de sellado 22' incluye bordes asegurados y móviles 24', 26', estando el miembro de resorte 28' próximo al borde móvil 26'. Sin embargo, el miembro de sellado 22' de la segunda realización tiene la orientación opuesta a la de la primera realización. En este sentido, el borde asegurado 24' está ubicado radialmente hacia dentro del borde
45 móvil 26', que es nuevamente desplazable a lo largo del eje A. Por tanto, el borde móvil 26' del miembro de sellado 22' está diseñado para formar un sello con una superficie interior de un objeto cilíndrico, tal como una superficie interior de un conducto o tubería (no mostrada).

El borde móvil 26' está presionado continuamente en una dirección radial hacia fuera por el miembro de resorte 28', que comprende un resorte de compresión anular.
55

El miembro de sellado 22' se asegurará a un alojamiento del sello (no mostrado), que puede tener una estructura similar al alojamiento 30 del sello descrito anteriormente, y puede retener el borde asegurado 24' de la misma forma o similar a la descrita anteriormente con referencia al conjunto de sello 10. Sin embargo, en lugar de proyectarse radialmente hacia dentro desde el alojamiento 30 del sello, como en el conjunto de sello 10, el miembro de sellado 22' sobresaldrá radialmente hacia fuera del alojamiento del sello.
60

Aunque el tema anterior se ha descrito en relación con ciertas realizaciones específicas, no se pretende que se limite a las mismas. En su lugar, el objeto descrito en el presente documento incluye todas las realizaciones que pueden caer dentro del alcance de las reivindicaciones que siguen.
65

Lista de números de referencia

10	Conjunto de sello
12	Techo del horno
14	Puerto del electrodo
16	Electrodo
18	Superficie exterior del electrodo
20	Espacio anular
22	Miembro de sellado
24	Borde asegurado del miembro de sellado
26	Borde móvil del miembro de sellado
28	Miembro de resorte
30	Alojamiento del sello
32	Lámina que compone el Miembro de Sellado
34	Borde asegurado superior de láminas
36	Borde asegurado inferior de láminas
38	Miembro de sellado hueco
40	Fibra
44	Protector de alojamiento de ladrillo
46	Pared lateral vertical del alojamiento
48	Pestaña superior horizontal del alojamiento
50	Pestaña inferior horizontal del alojamiento
52	Placa de retención del alojamiento
54	Pasadores del alojamiento
56	Aberturas del miembro de sello
58	Ojales metálicos del miembro de sello
66	Ladrillos refractarios
68	Primer extremo del miembro de sellado
70	Segundo extremo del miembro de sellado

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de sello (10) adecuado para sellar una abertura entre una superficie de sellado variable y una superficie fija para uso a temperaturas que normalmente no son adecuadas para materiales elásticos, comprendiendo el conjunto de sello:
- (a) un miembro de sellado sustancialmente anular (22) que tiene un borde de soporte (24) adecuado para fijarse a la superficie fija y un borde móvil (26) adecuado para acoplarse a la superficie de sellado variable, siendo el miembro de sellado flexible y permitiendo el desplazamiento del borde móvil paralelo y perpendicular a la superficie de sellado variable, en donde el borde móvil es adecuado para desplazarse entre una disposición hacia arriba donde el borde móvil se desplaza axialmente hacia arriba por encima de la superficie fija durante el desplazamiento axial hacia arriba de la superficie de sellado variable a lo largo de un eje vertical (A) y una disposición hacia abajo donde el borde móvil es desplazada axialmente hacia abajo por debajo de la superficie fija durante el desplazamiento axial hacia abajo de la superficie de sellado variable a lo largo de dicho eje vertical (A); y
- (b) un miembro de resorte sustancialmente anular (28) ubicado cerca del borde móvil (26) del miembro de sellado, siendo el miembro de resorte adecuado para, cuando el borde de soporte está asegurado a la superficie fija, empujar el borde móvil (26) del miembro de sellado en una dirección radialmente hacia dentro alejándose del borde de soporte, en donde el borde de soporte del miembro de sellado está ubicado radialmente hacia fuera del borde móvil, y en donde el miembro de resorte se encuentra bajo tensión y está adaptado para empujar el borde móvil del miembro de sellado hacia dentro contra la superficie de sellado variable, siendo la superficie de sellado variable sustancialmente cilíndrica, sin que la superficie fija ni la superficie de sellado variable formen parte del conjunto de sello reivindicado,
- en donde el miembro de sellado comprende un material que es resistente a temperaturas de hasta aproximadamente 1500 °C; y
- en donde el miembro de sellado comprende fibras resistentes al calor sustancialmente inelásticas compuestas de cerámica o de un metal resistente al calor,
- en donde el miembro de sellado comprende al menos una lámina plegada flexible (32) que tiene un par de bordes opuestos (34, 36);
- en donde los bordes opuestos de la al menos una lámina plegada flexible están situados cerca del borde de soporte (24) del miembro de sellado; y
- en donde el miembro de resorte está encerrado dentro de al menos una lámina plegada flexible, en donde el miembro de sellado comprende una camisa toroidal que encierra el miembro de resorte; y
- en donde la camisa toroidal comprende una disposición tejida de dichas fibras **caracterizado por que**, cuando la al menos una lámina plegada flexible se despliega a lo largo de dicho eje vertical (A), la disposición tejida de dichas fibras se aproxima a una superficie de doble regla en la que cada una de dichas fibras está dispuesta para aproximarse a una línea recta de la superficie de doble regla.
2. El conjunto de sello de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el miembro de sellado comprende una pluralidad de dichas láminas plegadas flexibles, dispuestas en una pluralidad de capas.
3. El conjunto de sello de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la camisa toroidal tiene una sección transversal radial en forma de pera, teniendo el borde móvil del miembro de sellado un perfil redondeado.
4. El conjunto de sello de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde, cuando, durante su uso, el borde de soporte está asegurado a la superficie fija, el borde móvil es adecuado para moverse axial y radialmente con respecto a un eje perpendicular al borde de soporte en una cantidad predeterminada.
5. El conjunto de sello de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el miembro de sellado incluye una junta solapada en la que se unen un primer extremo y un segundo extremo del miembro de sellado; en donde la junta solapada tiene un espesor que es sustancialmente el mismo que el espesor del resto del miembro de sellado.
6. El conjunto de sello de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el miembro de sellado es adecuado para expandir su diámetro interior para acomodar y formar un sello con la superficie de sellado variable.
7. El conjunto de sello de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el borde móvil del miembro de sellado comprende una capa de malla o fibras metálicas flexibles.
8. Un horno eléctrico que comprende el conjunto de sello (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo el horno eléctrico la superficie de sellado variable y la superficie fija:
- la superficie de sellado variable comprende una superficie cilíndrica exterior (18) de un electrodo (16);
- la superficie fija comprende un borde de un puerto (14) en un techo (12) del horno eléctrico, en donde un extremo inferior del electrodo se extiende a través del puerto hacia el interior del horno, y el electrodo se puede mover a

través de dicho puerto a lo largo de un eje vertical;
la abertura entre la superficie de sellado variable y la superficie fija comprende un espacio anular (20) entre la superficie cilíndrica exterior del electrodo y el borde del puerto en el techo del horno; y
el borde móvil del conjunto de sello puede desplazarse axial y radialmente con respecto a dicho eje vertical.

5 9. El horno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la superficie fija comprende un alojamiento anular (30) del sello en el techo del horno, en donde el borde de soporte del miembro de sellado está asegurado al alojamiento del sello;

10 en donde el borde de soporte del miembro de sellado está asegurado debajo de una placa de retención (52) del alojamiento del sello; y
en donde el alojamiento del sello tiene una parte superior abierta.

15 10. El horno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además un protector de alojamiento de ladrillo anular (44) dispuesto entre el alojamiento anular del sello y el techo del horno y un enfriador de cobre dispuesto entre el protector de alojamiento de ladrillo y el techo del horno; en donde el protector de alojamiento de ladrillo comprende un anillo anular de ladrillo refractario (66) que rodea el puerto y cubre parcialmente el espacio anular entre el electrodo y el puerto.

Fig. 2

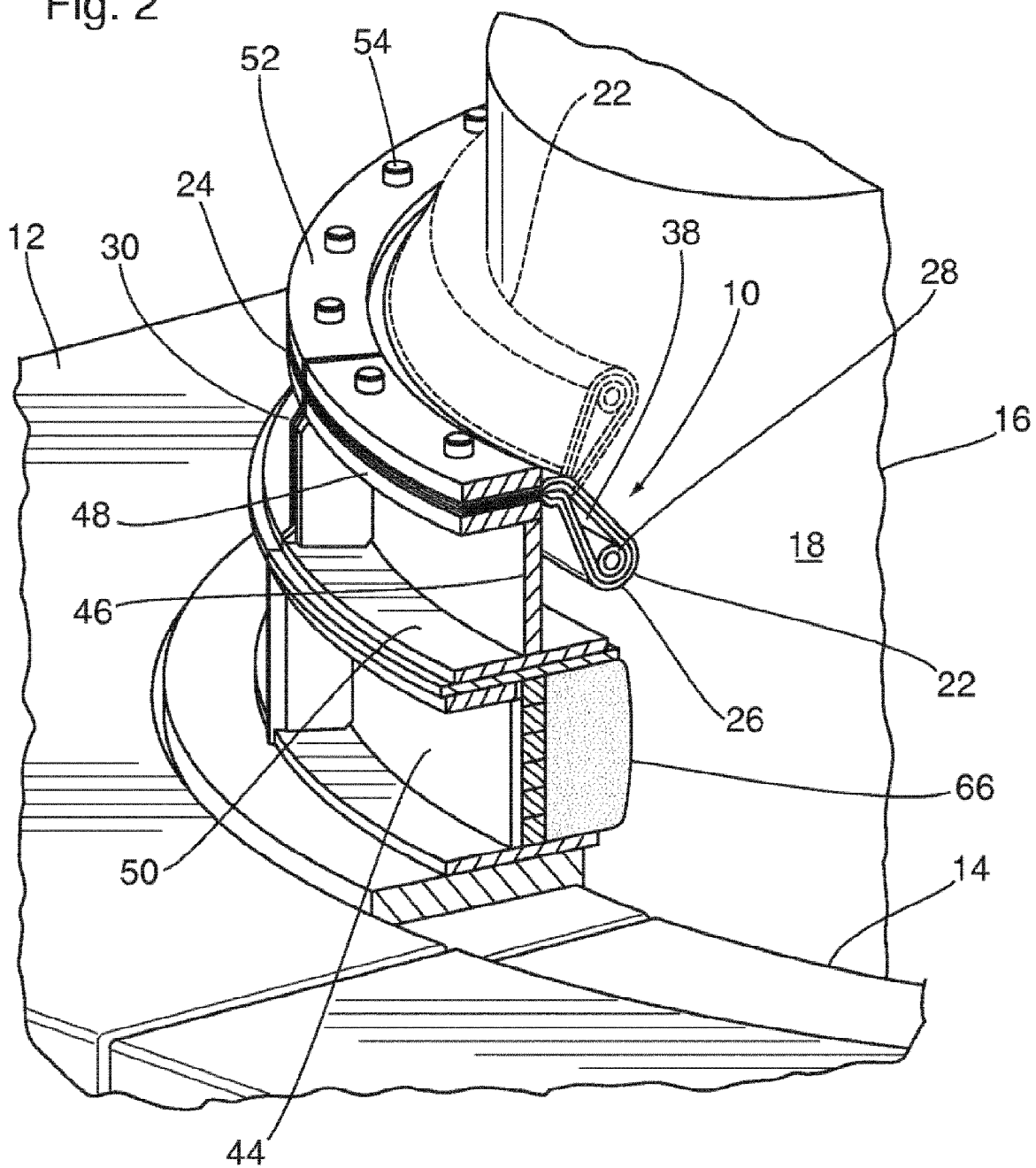


Fig. 3

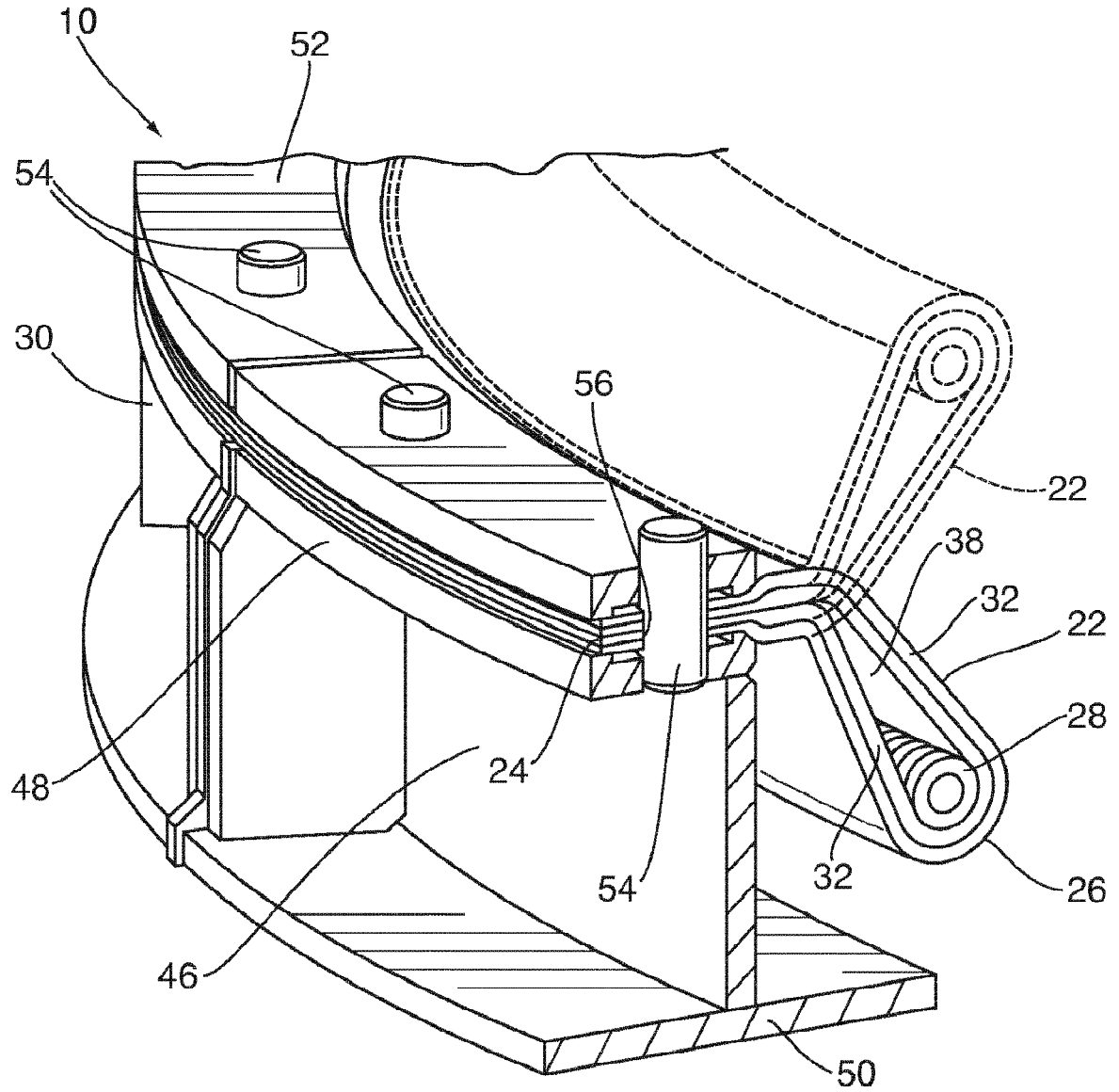


Fig. 4

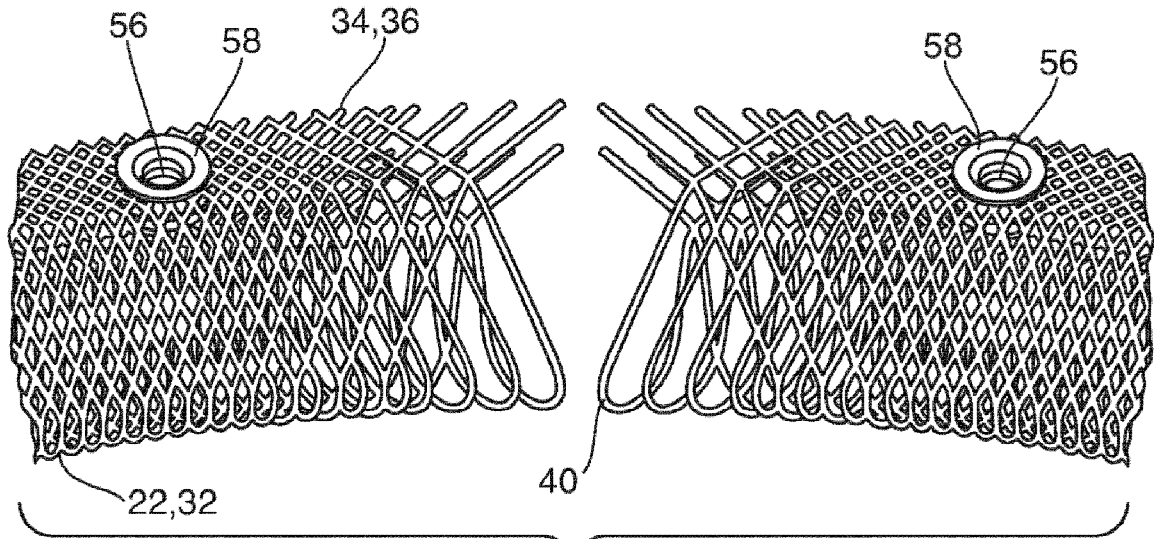
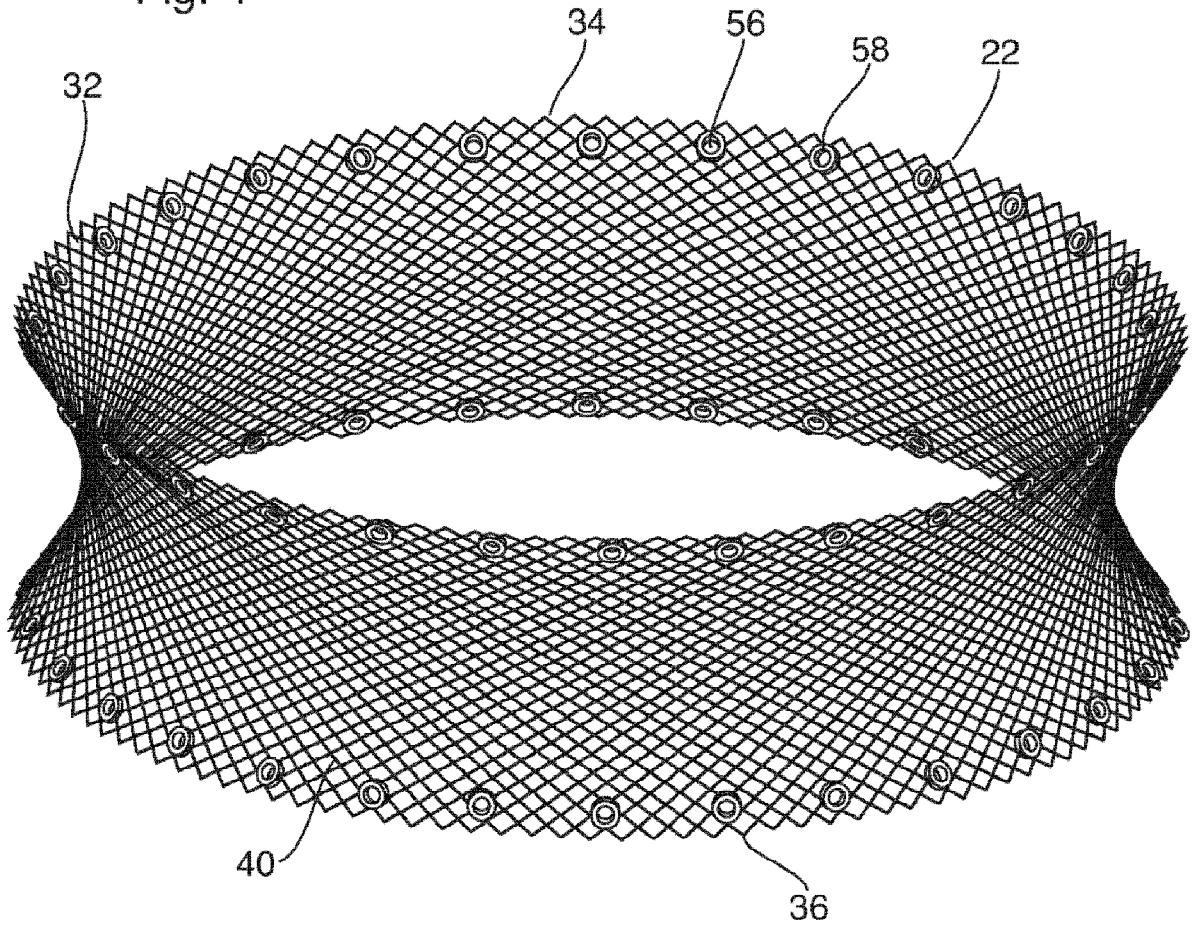


Fig. 5

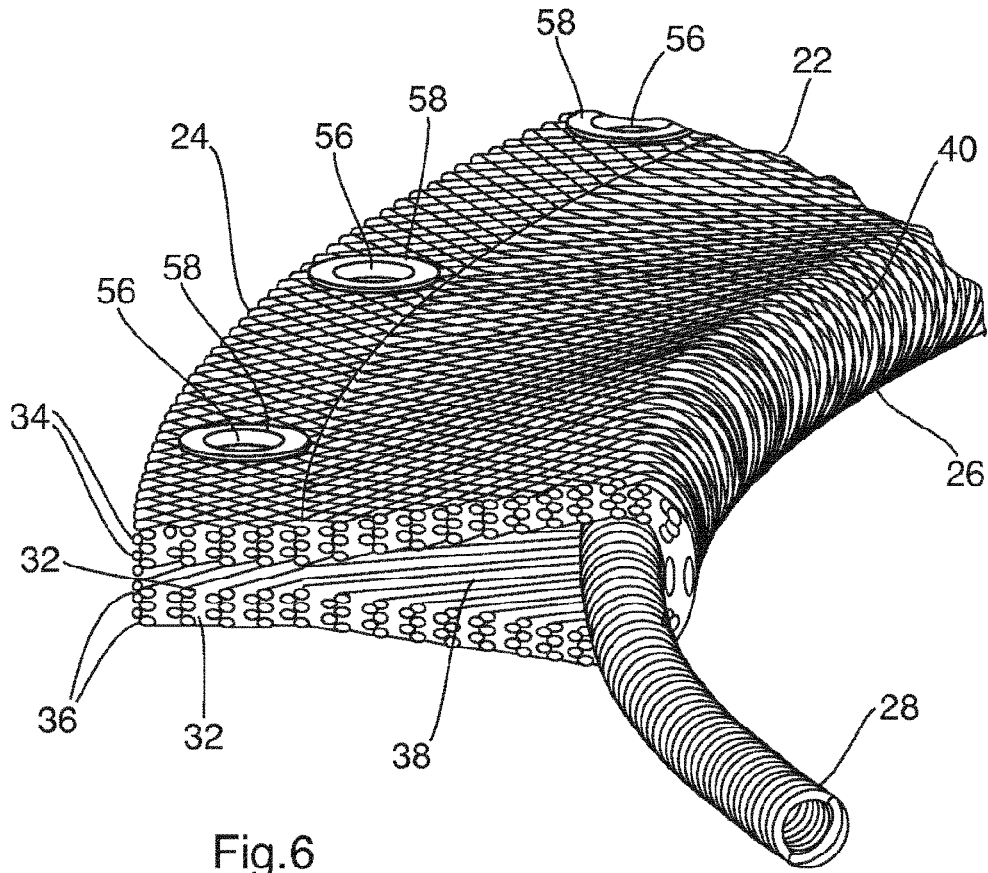


Fig.6

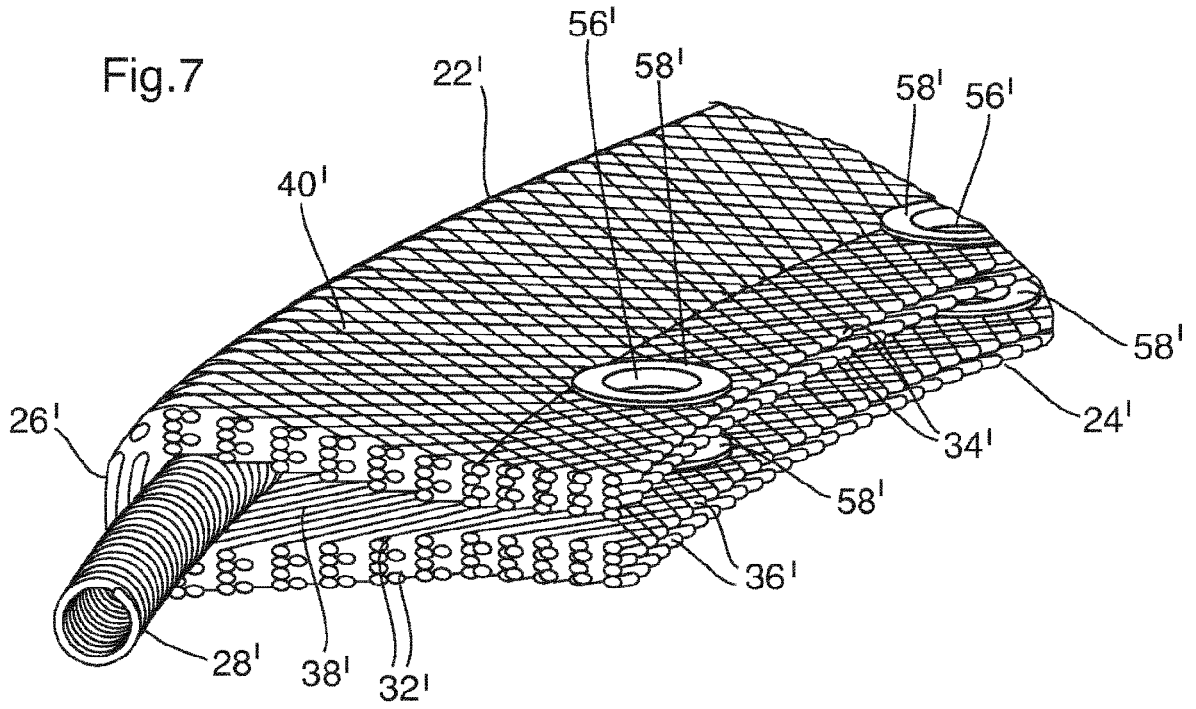


Fig.7

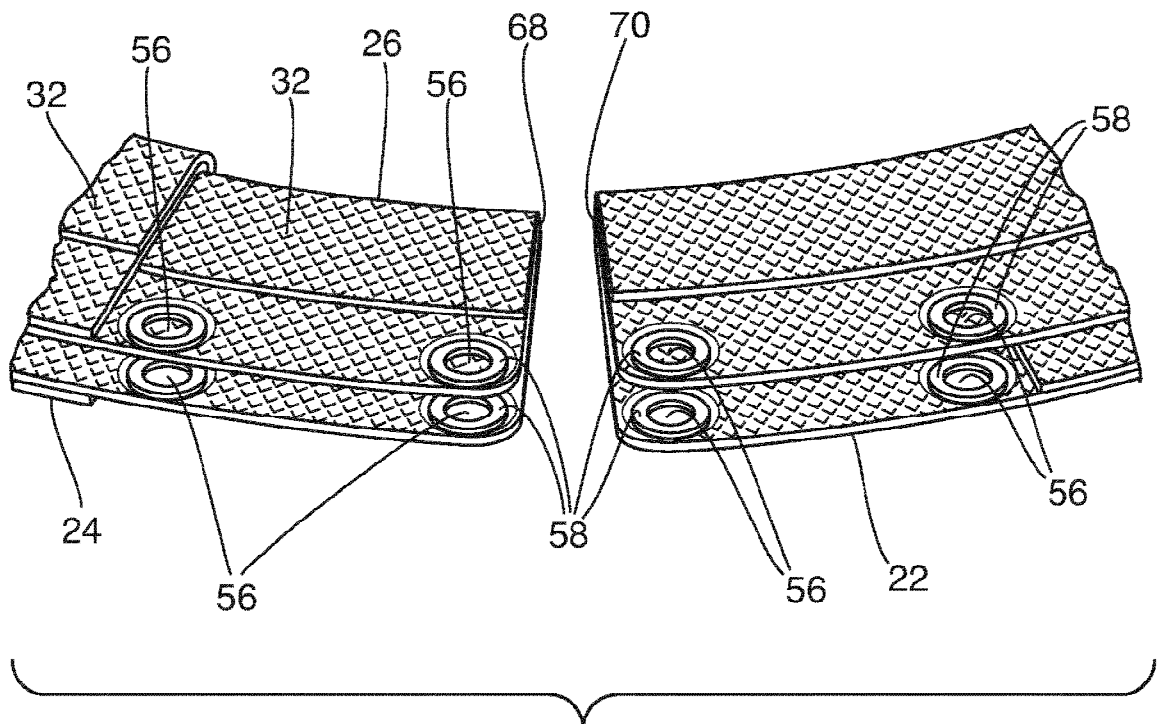


Fig.8

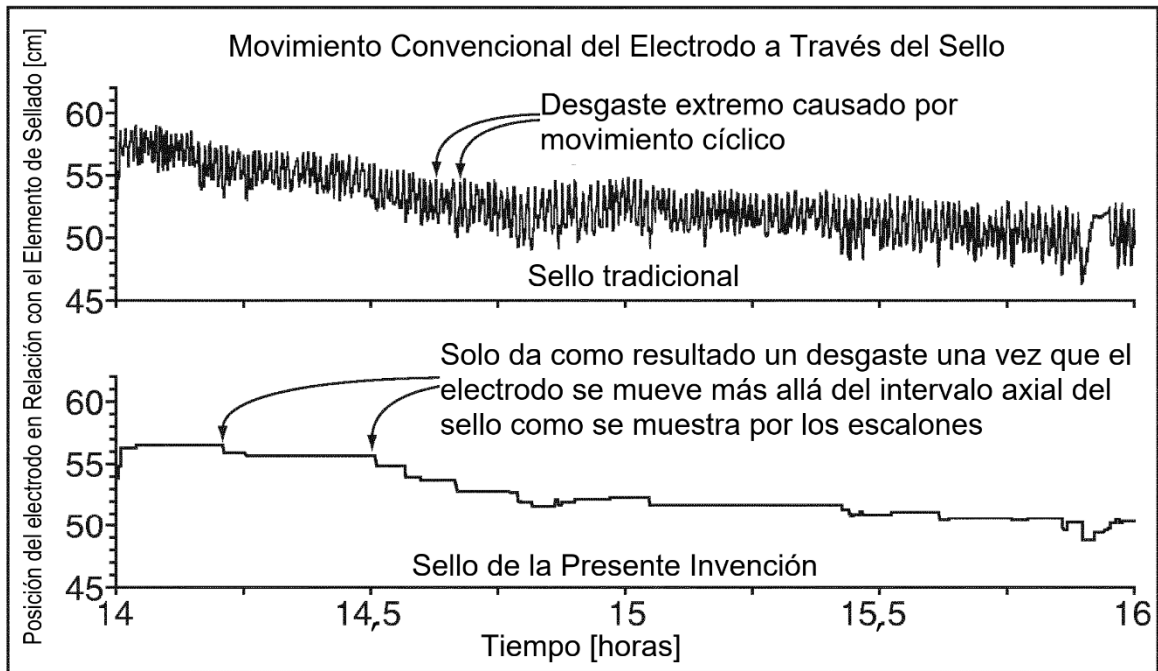


Fig. 9

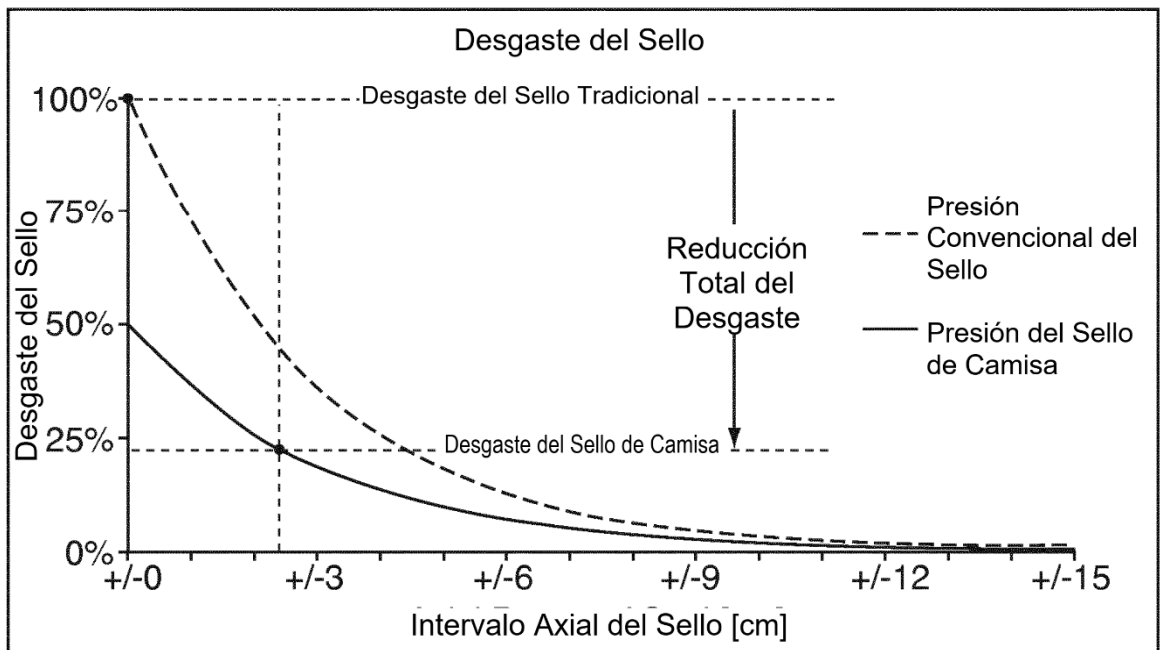


Fig. 10