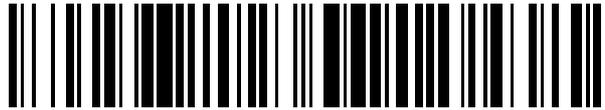


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 931**

51 Int. Cl.:

**C08L 83/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2012 PCT/EP2012/061771**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2012 WO12175526**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2012 E 12728094 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2721107**

54 Título: **Geles de silicona secos y sus métodos de preparación**

30 Prioridad:

**20.06.2011 US 201113164294**

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

**04.04.2018**

73 Titular/es:

**COMMSCOPE CONNECTIVITY BELGIUM BVBA (50.0%)**

**Diestsesteenweg 692**

**3010 Kessel-Lo, BE y**

**COMMSCOPE TECHNOLOGIES LLC (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BERGHMANS, STEPHANE;**

**OAR, MICHAEL A;**

**MORALES, MIGUEL A;**

**PRINS, ANNE-MARIE;**

**HENDRICKX, NATHALIE y**

**ADAMS, GARY W**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 661 931 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

Geles de silicona secos y sus métodos de preparación

**Antecedentes**

5 Se usan sistemas de cierre para proteger componentes internos de la degradación causada por ambientes externos. Por ejemplo, componentes internos tales como cables de fibra óptica y cables de cobre a menudo se confinan en sistemas de cierre. Ejemplos de sistemas de cierre disponibles en el mercado incluyen la Reparación de Acometida de Fibra para Exterior (OFDR), el Cierre de Distribución de Fibra para Exterior (OFDC) y la Tecnología de Sistemas de Infraestructura de Fibra Óptica (FIST), disponibles en Tyco Electronics, Kessel-Fo, Bélgica. En particular, se usa el Cierre OFDR para separar las fibras de un bucle de cable de fibra óptica para conectar usuarios tales como  
10 clientes comerciales o personas en unidades de vivienda múltiples o individuales. Estos tipos de cierre pueden usarse en ambientes aéreos, terrestres y subterráneos. Otros sistemas de cierre están disponibles en el mercado para su uso con cables de comunicación y de transmisión de energía.

15 Los sistemas de cierre típicamente incluyen componentes internos tales como organizadores de fibra, sellos de cable y dispositivos de terminación, sellos de cable de acometida para un número de acometidas con dispositivos de terminación de cable de acometida, y porta empalmes universales para un número de empalmes. Estos componentes internos pueden verse sometidos a factores ambientales tales como niveles de humedad variables, calor y frío, y exposición a otras sustancias químicas. Los sistemas de cierre se protegen preferiblemente del daño con un sellante de algún tipo. Sin embargo, los sellantes convencionales experimentan un número de inconvenientes que les hacen inadecuados para ciertos sistemas de cierre.

20 Los sellantes se usan a menudo para aislamiento y protección contra el agua, corrosión y degradación ambiental, y para gestión térmica. Hasta ahora, se conocían un número de sellantes; sin embargo, los sellantes disponibles actualmente tienen ciertos inconvenientes y desventajas que les hacen inadecuados para usos específicos y para su uso en contacto con ciertos materiales. En particular, hay una necesidad no satisfecha de sellantes que sean adecuados para sistemas de cierre electrónicos y de fibra óptica.

25 Son necesarios sistemas de sellado adecuados para cierres para su uso con una diversidad de cables diferentes. Por ejemplo, es necesario un sistema de sellado para cables denominado de baja emisión de humos y sin halógenos ("LSZH"), conocido también como de baja emisión de humos y libre de halógenos ("LSHF"), de baja emisión de humos y sin halógenos ("LS0H"), y sin halógenos y de baja emisión de humos ("OHLs") entre otras denominaciones.

30 Los cables LSZH se caracterizan por contener retardantes de llama no halogenados, y producir cantidades relativamente limitadas de humo cuando se exponen a fuentes de calor tales como una llama o alambres calentados. Los cables LSZH proporcionan una alternativa a los revestimientos usados frecuentemente de polietileno, PVC o uretano termoplástico. El polietileno, el PVC o el uretano termoplástico, cuando contienen halógenos, pueden producir compuestos peligrosos que contienen halógeno, tales como HCl o HBr gaseoso. Es necesaria una mejora respecto a los sistemas de cierre de cable LSZH actuales para potenciar su rendimiento en  
35 ambientes ambientalmente sensibles.

Tradicionalmente, se han usado geles de aceite termoplásticos en sistemas de cierre LSZH. Un problema, sin embargo, con los geles termoplásticos usados como sellantes, y en sistemas de cierre en general, es que a menudo contienen grandes cantidades de aceite mineral. Se ha observado un problema con geles que contienen aceite en tanto que puede filtrarse aceite. El aceite en estos geles puede filtrarse fuera del gel y provocar deterioro, decoloración, o degradación del cable en el sistema de cierre. En algunos casos extremos, un cable puede incluso romperse bajo compresión debido al daño realizado por el aceite que se filtra del gel termoplástico. Existe una necesidad no satisfecha de alternativas para geles que contienen aceite. Las alternativas actualmente disponibles para geles que contienen aceite, sin embargo, no han proporcionado una solución. Para una de ellas, sellantes distintos de geles que contienen aceite pueden tener una o más propiedades indeseables. Algunos ejemplos de  
40 propiedades indeseables incluyen una dureza excesiva, resistencia a la temperatura inadecuada (por ejemplo, inflamabilidad o una tendencia a hacerse quebradizo con el frío, es decir, temperatura de transición vítrea inadecuada) y propiedades viscoelásticas, incompatibilidad química, alta absorción de agua, e inestabilidad hidrolítica. Por consiguiente, existe una necesidad no satisfecha de sistemas de cierre con la dureza adecuada, propiedades viscoelásticas, baja deformación permanente o deformación permanente por compresión, rendimiento a largo plazo (por ejemplo, > 20 años), entre otras propiedades.  
45

A diferencia de los geles termoplásticos que contienen aceite, los geles termoestables de silicona secos contienen relativamente poca, o no contienen ninguna cantidad en absoluto, de fluidos diluyentes tales como aceite de silicona o aceite mineral no reactivo. Un gel de silicona seco, en lugar de ser un gel termoplástico, es un gel termoestable. Los geles termoestables pueden producirse por reticulación química. Son ejemplos de geles termoestables geles de  
50 silicona secos y geles de poliuretano. Un gel de silicona seco no hace uso de un disolvente extra o fluido diluyente, aunque puede aún clasificarse con el término "gel" debido a la similitud en las propiedades físicas y el comportamiento, o debido a sus propiedades viscoelásticas. Los geles de silicona secos, sin embargo, se usan más raramente que los geles libres que contienen aceite por un número de razones. Por ejemplo, los geles de silicona

secos son raros porque son más caros y difíciles de procesar que ciertos otros tipos de geles. Por consiguiente, existe una necesidad no satisfecha de un gel de silicona seco mejorado y de un método mejorado de preparación de un gel de silicona seco.

5 La Patente de EE.UU. N° 7.489.844 describe un cable de fibra óptica con un líquido de suspensión que rodea la fibra óptica. El aceite de suspensión puede ser aceite mineral o una combinación de aceite y sílice.

La Patente de EE.UU. N° 6.091.871 describe un cable de fibra óptica reforzado que incluye un tubo protector para proteger las fibras ópticas, una capa de refuerzo, y varillas de refuerzo alrededor del tubo protector, junto con una vaina externa. El espacio interior en el que se reciben los guiondas ópticos contiene un material de relleno para proteger los guiondas ópticos contra la penetración de humedad.

10 La Patente de EE.UU. N° 6.167.178 describe un cable de fibra óptica que incluye al menos una fibra óptica que tiene una capa protectora formada de un material de poliolefina retardante de llama. El material de poliolefina retardante de llama se forma herméticamente alrededor de la fibra óptica, definiendo de esta manera una capa protectora hermética, una capa de miembros resistentes, y una camisa del cable que rodea las fibras ópticas en contacto con al menos algunos miembros resistentes.

15 La Patente de EE.UU. N° 7.522.795 describe un cable de guiondas óptico de tubo holgado, con dos o más guiondas ópticos con un único tubo protector, o vaina, para protección ambiental. El cable no contiene compuestos tipo gel ni tampoco elementos de refuerzo.

20 La Patente de EE.UU. N° 6.235.801 describe que un material de gel se expande sometiendo en primer lugar la mezcla de un material precursor de gel y microesferas expansibles por calor a un régimen de curado que cura el material precursor en un material de gel sin expandir las microesferas y, después, calentando para expandir el material de gel que contiene las microesferas. De esta manera, se produce un producto intermedio en forma de un gel que es más manejable que el material precursor típicamente meloso. Este producto intermedio puede manipularse y ponerse en la localización de aplicación pretendida y después expandirse.

25 La Patente de EE.UU. N° 7.603.018 describe una envoltura para cable para su uso con un cable que tiene un eje de cable longitudinal, una camisa externa y un medio de transmisión dentro de la camisa externa, incluye un conjunto de carcasa y una estructura de alivio de tensiones sobre el conjunto de carcasa. El conjunto de carcasa define una cámara y un puerto de cable. El conjunto de carcasa está configurado para recibir el cable. La estructura de alivio de tensiones incluye un par de estructuras de conexión opuestas que definen una ranura para cable entre ellas. Al menos una de las estructuras de conexión incluye una cuchilla que flanquea la ranura para cable. La envoltura para cable está configurada para recibir el cable de manera que el cable se extienda a través del puerto de cable y hacia la cámara, y una parte del cable sea recibida en la ranura para cable, de manera que el al menos una cuchilla corta la camisa externa para resistir la extracción del cable de la cámara a través del puerto para cable.

### Breve compendio

35 En una realización, se proporciona un método de preparación de un gel de silicona seco que tiene menos de 10% de aceite expelido después de estar bajo una compresión de 120 kPa (1,2 atm) durante 60 días a 60°C. El método comprende proporcionar un primer conjunto de componentes que comprende: (1) un polímero base que tiene un grupo vinil-silicona, y (2) un catalizador de curado por adición. El método comprende además proporcionar un segundo conjunto de componentes que comprende: (1) un reticulante, (2) un prolongador de cadena y (3) polímero base adicional. El método comprende además mezclar el primer y segundo conjunto de componentes entre sí para formar el gel de silicona seco. La fracción molar de hidruro presente como reticulante es entre 0,2 y 0,5.

45 En algunas realizaciones del método, el segundo conjunto de componentes puede comprender adicionalmente un inhibidor. En una realización, el inhibidor es 3,5-dimetil-1-hexin-3-ol. En ciertas realizaciones del método, el primer y/o segundo conjunto de componentes puede comprender adicionalmente al menos un aditivo seleccionado del grupo que consiste en: retardantes de llama, agentes colorantes, promotores de adhesión, estabilizadores, cargas, dispersantes, mejoradores de flujo, plastificantes, agentes antideslizantes, agentes de endurecimiento, y combinaciones de los mismos. En alguna realización, el gel de silicona seco comprende entre 0,1% en peso y 25% en peso de un aditivo retardante de llama. En una realización, el aditivo retardante de llama es óxido de zinc.

50 En algunas realizaciones del método, cada uno del polímero base y el polímero base adicional es un polidimetilsiloxano terminado en vinilo. En ciertas realizaciones del método, cada uno del polímero base y el polímero base adicional tienen una o más de las siguientes propiedades: (1) un peso molecular entre 28.000 g/mol y 70.000 g/mol, (2) una viscosidad entre 500 mm<sup>2</sup>/s y 165.000 mm<sup>2</sup>/s, y/o (3) un contenido de vinilo entre 0,01 mmol/g y 0,1 mmol/g.

55 En otras realizaciones del método, el gel de silicona seco comprende una o más de las siguientes propiedades: (1) una dureza entre 100 gramos ("g") y 300 g según se mide en un analizador de textura TA-XT2 de Texture Technologies, (o una Dureza Shore 000 entre 26-53), (2) una relajación de tensiones entre 40% y 60% cuando el gel se somete a una deformación del 50% de su tamaño original, (3) una deformación permanente por compresión entre 4% y 20% después de aplicar una deformación del 50% al gel durante 1000 horas a 70°C, y (4) menos de 10% de

aceite expelido después de estar bajo una compresión de 1,2 atm durante 60 días a 60°C.

En ciertas realizaciones del método, el reticulante se selecciona del grupo que consiste en tetraquis(dimetilsiloxi)silano, metiltris(dimetilsiloxi)silano, y combinaciones de los mismos. En otras realizaciones, el prolongador de cadena se selecciona del grupo que consiste en polidimetilsiloxano que contiene hidruro, siloxano que contiene dihidruro, polidimetilsiloxano terminado en hidruro, polifenilmethylsiloxano terminado en hidruro, polidifenilsiloxano terminado en hidruro, silicona terminada funcionalizada, y combinaciones de los mismos.

En algunas realizaciones del método, el gel de silicona seco tiene una fracción molar de hidruro presente como reticulante entre 0,2 y 0,5. En otras realizaciones, la razón de hidruro a vinilo en el gel de silicona seco es entre 0,8 y 1,0. En otras realizaciones más, el catalizador se selecciona del grupo que consiste en platino complejo con diviniltetrametildisiloxano y complejo de rodio y cloruro. En aún otras realizaciones, la razón de porcentaje en peso entre el primer conjunto de componentes y el segundo conjunto de componentes es 1:1.

En otra realización, se proporciona un método de preparación de un gel de silicona seco. El método comprende proporcionar un primer conjunto de componentes que comprende: (1) un polidimetilsiloxano terminado en vinilo que tiene un peso molecular entre 28.000 g/mol y 70.000 g/mol, una viscosidad entre 3.000 mm<sup>2</sup>/s y 7.000 mm<sup>2</sup>/s, y un contenido de vinilo entre 0,01 mmol/g y 0,1 mmol/g, y (2) un catalizador de curado por adición, en donde el catalizador se selecciona del grupo que consiste en platino complejo con diviniltetrametildisiloxano y complejo de rodio y cloruro. El método comprende además proporcionar un segundo conjunto de componentes que comprende: (1) un reticulante seleccionado del grupo que consiste en tetraquis(dimetilsiloxi)silano, metiltris(dimetilsiloxi)silano, y combinaciones de los mismos, (2) un prolongador de cadena seleccionado del grupo que consiste en polidimetilsiloxano que contiene hidruro, siloxano que contiene dihidruro, polidimetilsiloxano terminado en hidruro, polifenilmethylsiloxano terminado en hidruro, polidifenilsiloxano terminado en hidruro, silicona terminada funcionalizada, y combinaciones de los mismos, (3) un inhibidor, y (4) polidimetilsiloxano terminado en vinilo adicional que tiene un polidimetilsiloxano terminado en vinilo que tiene un peso molecular entre 28.000 g/mol y 70.000 g/mol, una viscosidad entre 3.000 mm<sup>2</sup>/s y 7.000 mm<sup>2</sup>/s, y un contenido de vinilo entre 0,01 mmol/g y 0,1 mmol/g. El método comprende además mezclar el primer y segundo conjunto de componentes entre sí para formar el gel de silicona seco, en donde el gel de silicona seco tiene una fracción molar de hidruro presente como reticulante entre 0,2 y 0,5, en donde la razón de hidruro a vinilo en el gel de silicona seco es entre 0,8 y 1,0, y en donde la razón de porcentaje en peso entre el primer conjunto de componentes y el segundo conjunto de componentes es 1:1.

En otra realización, se proporciona una composición de gel de silicona seco. El gel de silicona seco comprende un polímero base que tiene un grupo vinil-silicona. El gel comprende además un reticulante. El gel comprende además un prolongador de cadena. El gel tiene menos de 10% de aceite expelido después de estar bajo una compresión de 1,2 atm durante 60 días a 60°C. El gel tiene una deformación permanente por compresión entre 4% y 20% después de aplicar una deformación del 50% al gel durante 1000 horas a 70°C. La fracción molar de hidruro presente como reticulante es entre 0,2 y 0,5.

En ciertas realizaciones de la composición, el gel comprende además al menos un aditivo seleccionado del grupo que consiste en: retardantes de llama, agentes colorantes, promotores de adhesión, estabilizadores, cargas, dispersantes, mejoradores de flujo, plastificantes, agentes antideslizantes, agentes de endurecimiento, y combinaciones de los mismos.

En algunas realizaciones de la composición, el polímero base es un polidimetilsiloxano terminado en vinilo. En otras realizaciones, el reticulante se selecciona del grupo que consiste en tetraquis(dimetilsiloxi)silano, metiltris(dimetilsiloxi)silano, y combinaciones de los mismos. En aún otras realizaciones, el prolongador de cadena se selecciona del grupo que consiste en polidimetilsiloxano que contiene hidruro, siloxano que contiene dihidruro, polidimetilsiloxano terminado en hidruro, polifenilmethylsiloxano terminado en hidruro, polidifenilsiloxano terminado en hidruro, silicona terminada funcionalizada, y combinaciones de los mismos.

En ciertas realizaciones de la composición, el gel tiene una fracción molar de hidruro presente como reticulante entre 0,2 y 0,5. En otras realizaciones, el gel tiene una razón de hidruro a vinilo entre 0,8 y 1,0. En otras realizaciones más, el gel de silicona seco comprende entre 0,1% en peso y 25% en peso de un aditivo retardante de llama. En algunas realizaciones, el aditivo retardante de llama en el gel de silicona seco es óxido de zinc.

En aún otras realizaciones, el polímero base tiene una o más de las siguientes propiedades: (1) un peso molecular entre 28.000 g/mol y 70.000 g/mol, (2) una viscosidad entre 500 mm<sup>2</sup>/s y 165.000 mm<sup>2</sup>/s, y (3) un contenido de vinilo entre 0,01 mmol/g y 0,1 mmol/g.

En otras realizaciones, el gel comprende una o más de las siguientes propiedades: (1) una dureza entre 100 g y 300 g (Dureza Shore 000 de 26-53), (2) una relajación de tensiones entre 40% y 60% cuando el gel se somete a una deformación del 50% de su tamaño original.

**Breve descripción de las figuras**

- La Fig. 1 es un gráfico que muestra la dureza (g) frente a la relajación de tensiones (%) de geles de silicona secos según se mide en un analizador de textura TA-XT2 de Texture Technologies (Westchester County, Nueva York). Los cuadrados proporcionan ejemplos de geles que son estancos y capaces de experimentar reapertura; los triángulos rojos proporcionan ejemplos de geles que fallan respecto a "estanqueidad" y/o "reapertura". El óvalo de línea continua en la parte inferior izquierda del gráfico indica ejemplos de geles de elastómero termoplástico tradicionales. El óvalo de línea continua en la parte derecha indica una región específica para geles de silicona secos. Se muestran tres ejemplos de gel de silicona seco dentro del óvalo. El óvalo de línea discontinua indica un intervalo ampliado de geles de silicona secos aceptables.
- La Fig. 2 es un gráfico que muestra la relajación de tensiones (%) frente a la deformación permanente por compresión (%) de geles de silicona secos durante 1000 horas a 70°C. La deformación permanente por compresión se midió usando una versión modificada de la norma ASTM D395, método B. A diferencia del uso de muestras con un diámetro de 29 mm y un espesor de 12,5 mm, se midieron muestras que tenían un diámetro de 28 mm y un espesor de 12 mm. Los cuadrados proporcionan ejemplos de geles que son estancos y capaces de experimentar reapertura; los triángulos rojos proporcionan ejemplos de geles que fallan respecto a estanqueidad y/o reapertura. El óvalo de línea continua en la parte izquierda del gráfico indica ejemplos de geles de elastómero termoplástico tradicionales. El óvalo de línea continua en la parte inferior derecha indica una región específica para geles de silicona secos. Se muestran tres ejemplos de gel de silicona seco dentro del óvalo. El óvalo de línea discontinua indica un intervalo ampliado de geles de silicona secos aceptables.
- La Fig. 3 es un gráfico que muestra la dureza (g) frente a la deformación permanente por compresión (%) de geles de silicona secos durante 1000 horas a 70°C. De nuevo, se midió la deformación permanente por compresión con la versión modificada de la norma ASTM D395, método B descrita anteriormente. Los cuadrados proporcionan ejemplos de geles que son estancos y capaces de experimentar reapertura; los triángulos rojos proporcionan ejemplos de geles que fallan respecto a estanqueidad y/o reapertura. El óvalo de línea continua en la parte izquierda del gráfico indica ejemplos de geles de elastómero termoplástico tradicionales. El óvalo de línea continua en la parte inferior derecha indica una región específica para geles de silicona secos. Se muestran tres ejemplos de gel de silicona seco dentro del óvalo. El óvalo de línea discontinua indica un intervalo ampliado de geles de silicona secos aceptables.
- La Fig. 4 es un gráfico que muestra el aceite expelido de cinco geles bajo compresión a una presión de aproximadamente 120 kPa (aproximadamente 1,2 atm) y a una temperatura de aproximadamente 60°C. Los geles etiquetados como Si H140, Si H 170, y Si H200 son geles de silicona secos que tienen durezas de 140 g, 170 g y 200 g, respectivamente. Los geles etiquetados como L2912 y L2908 son ejemplos de geles de elastómero termoplástico.
- La Fig. 5 es un gráfico que muestra una curva estequiométrica teórica que compara la dureza del gel de silicona seco como una función de la fracción molar del contenido de hidruro en el reticulante ("MFHC") y la razón hidruro/vinilo ("H/V").
- La Fig. 6 es una representación de un sistema de interconexión que tiene un núcleo de conexión que tiene múltiples puertos de conexión o receptáculos para los componentes de conector, carcasa y cable que se van a conectar.
- La Fig. 7 es una representación de un conjunto de conector, carcasa y cable con sellado radial.
- La Fig. 8 es una representación de un conjunto de conector, carcasa y cable con sellado axial.
- Las Figs. 9a y 9b son representaciones de un conjunto de carcasa de dos piezas recto diseñado para sellado axial.
- Las Figs. 10a y 10b son representaciones de un conjunto de carcasa de dos piezas en ángulo diseñado para sellado axial.

**Descripción detallada**

- Como se usa en la presente memoria, términos tales como "típicamente" no pretenden limitar el alcance de la invención reivindicada o implicar que ciertas características son críticas, esenciales o incluso importantes para la estructura o función de la invención reivindicada. Más bien, estos términos pretenden simplemente destacar características alternativas o adicionales que pueden utilizarse o no en una realización particular de la presente invención.
- Como se usa en la presente memoria, los términos "comprende(n)", "incluye(n)", "que tiene", "tiene", "contiene(n)", y variantes de los mismos, pretenden ser frases, términos o palabras transicionales de final abierto, que no impiden la posibilidad de acciones o estructuras adicionales.

Debe entenderse que cualquier intervalo de concentración, intervalo de porcentaje, o intervalo de razones citados en la presente memoria incluyen concentraciones, porcentajes, o razones de cualquier número entero dentro de ese

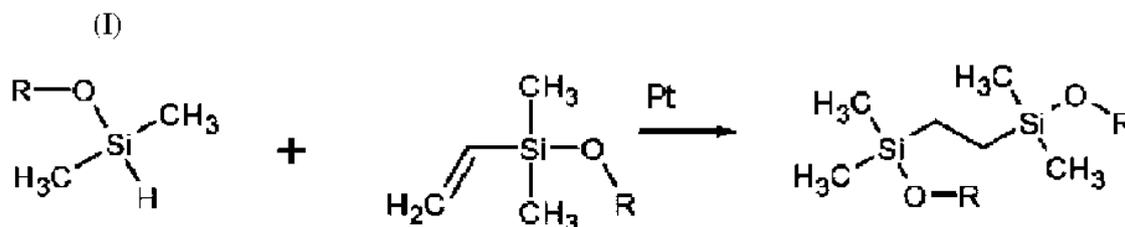
intervalo y fracciones de los mismos, como una décima y una centésima de un número entero, a menos que se indique otra cosa. Asimismo, debe entenderse que cualquier intervalo numérico citado en la presente memoria relacionado con cualquier característica física incluye cualquier número entero dentro del intervalo citado, a menos que se indique otra cosa. Debe entenderse que los términos "un" y "una" como se han usado anteriormente y en cualquier punto en la presente memoria se refieren a "uno o más" de los componentes enumerados. Por ejemplo, "un" polímero se refiere a un polímero o una mezcla que comprende dos o más polímeros.

Como se usa en la presente memoria, la expresión "gel de silicona seco" puede referirse a un polímero reticulado químicamente que tiene una estructura básica Si-O y que comprende una cantidad relativamente baja, o ninguna cantidad en absoluto, de fluidos diluyentes tales como aceite de silicona o aceite mineral. A diferencia de los polímeros basados en carbono, los polímeros de silicona reticulados de los geles de silicona secos están basados en una estructura básica Si-O. Las características del silicio y el oxígeno proporcionan polímeros reticulados con sus propiedades excepcionales. Por ejemplo, el silicio forma estructuras tetraédricas estables, y los enlaces silicio-oxígeno son relativamente fuertes, lo que da como resultado geles de silicona secos con resistencia a alta temperatura. Además, los polímeros de Si-O reticulados tienen una flexibilidad de cadena relativamente alta así como una barrera de energía rotacional baja.

Los geles de silicona secos pueden prepararse según un número de diferentes reacciones de polimerización. En ciertas realizaciones, la reacción de polimerización es una reacción de hidrosililación, también denominada reacción de hidrosilación. En algunas realizaciones, la reacción de hidrosililación hace uso de un catalizador de platino, mientras que otras realizaciones hacen uso de radicales. En otras realizaciones, el gel de silicona seco se prepara mediante una reacción de acoplamiento deshidrogenado. En otras realizaciones, el gel de silicona seco se prepara mediante una reacción RTV de curado por condensación.

En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco se prepara haciendo reaccionar al menos un reticulante, un prolongador de cadena, y un polímero base (por ejemplo, un polidimetilsiloxano terminado en vinilo). En ciertas realizaciones, se incluye un catalizador para acelerar la reacción. En realizaciones adicionales, puede usarse un inhibidor para ralentizar la velocidad de reacción. Los componentes de los geles de silicona secos, sus propiedades resultantes, y su uso final se describen con mayor detalle a continuación.

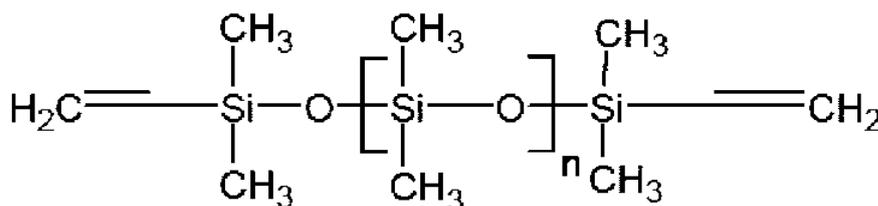
En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco se prepara mediante un mecanismo de reacción de curado por adición o curado con platino. En algunas realizaciones, el mecanismo emplea el uso de un catalizador. Usando un catalizador, se reduce la energía de activación de la reacción y pueden conseguirse tiempos de curado más rápidos a menores temperaturas. Se muestra a continuación en (I) una visión general esquemática del mecanismo de reacción de curado con platino.



Para que la reacción en (I) sea posible, deben reaccionar entre sí dos grupos funcionales. En ciertas realizaciones, las dos funcionalidades son (1) el grupo Si-H y (2) el grupo Si-vinilo. Estas dos funcionalidades pueden proporcionarse mediante: (1) un polímero base, (2) un reticulante, y (3) un prolongador de cadena.

Polímero base

En ciertas realizaciones, se proporciona el grupo Si-vinilo mediante un polímero base tal como un polidimetilsiloxano terminado en vinilo (también denominado "V-PDMS"), que se muestra a continuación en (II). En este ejemplo, el compuesto de polímero base comprende un grupo vinilo en cada extremo del compuesto.



En ciertas realizaciones, el peso molecular del polímero base se controla mediante polimerización de apertura de anillo aniónica de siloxanos cíclicos en presencia de hidróxido de metal alcalino de una base que es volátil (por

ejemplo, silanolato de tetrametilamonio). Es necesaria la protección terminal del PDMS con un grupo vinilo, por lo que estos grupos se añaden a la mezcla de polimerización. El V-PDMS junto con el prolongador de cadena determinan el peso molecular entre los diferentes sitios de reticulación.

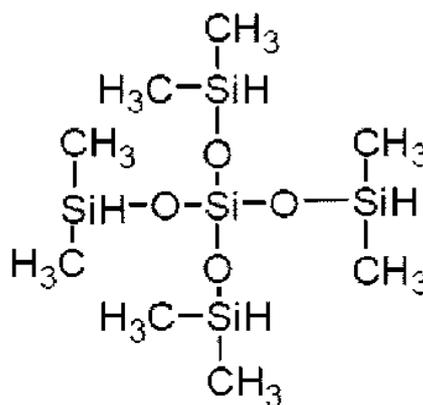
5 El polímero base que contiene vinilo, tal como V-PDMS, puede tener diferentes viscosidades que afectan al gel de silicona seco resultante. En general, un V-PDMS de alto peso molecular producirá un gel no curado con una mayor viscosidad. En ciertas realizaciones, un V-PDMS de bajo peso molecular generalmente mejora la procesabilidad. En otras realizaciones, el V-PDMS usado en el gel de silicona seco tiene una viscosidad entre aproximadamente 500 y 165.000 cSt (500-165.000 mm<sup>2</sup>/s), entre aproximadamente 1000 cSt y 50.000 cSt (1000-50.000 mm<sup>2</sup>/s), entre 10 aproximadamente 3000 cSt y 7000 cSt (3000-7000 mm<sup>2</sup>/s), o entre aproximadamente 4500 cSt y 5500 cSt (4500-5500 mm<sup>2</sup>/s).

15 En algunas realizaciones, el polidimetilsiloxano terminado en vinilo tiene un peso molecular entre aproximadamente 20.000 g/mol y aproximadamente 50.000 g/mol. En otras realizaciones, el polidimetilsiloxano terminado en vinilo tiene un peso molecular entre aproximadamente 50.000 g/mol y aproximadamente 80.000 g/mol. En aún otras realizaciones, el polidimetilsiloxano terminado en vinilo tiene un peso molecular entre aproximadamente 28.000 g/mol y aproximadamente 72.000 g/mol. En una realización particular, el polidimetilsiloxano terminado en vinilo tiene un peso molecular de aproximadamente 49.500 g/mol.

20 En ciertas realizaciones, el polímero base contiene entre aproximadamente 1 y 10 mol de vinilo por 500.000 g/mol de V-PDMS. En una realización, el polímero base contiene aproximadamente 2 mol de vinilo por 200.000 g/mol de V-PDMS (la concentración de grupo terminal vinilo sería del orden de 10<sup>-5</sup>). En aún otras realizaciones, el contenido de vinilo del V-PDMS es entre aproximadamente 0,01 y 0,1 mmol/g, o entre aproximadamente 0,036 y 0,07 mmol/g.

#### Reticulante

25 En ciertas realizaciones, los grupos terminales Si-H para la reacción en (I) pueden proporcionarse mediante un reticulante y/o un prolongador de cadena. Un reticulante es capaz de formar conexiones entre cadenas de polidimetilsiloxano terminado en vinilo. En ciertas realizaciones, el reticulante incluye sustituyentes electronegativos tales como alquilsiloxi o cloro. En una realización, el reticulante comprende cuatro grupos Si-H que son capaces de formar un punto de conexión entre cuatro cadenas de polidimetilsiloxano terminado en vinilo diferentes. En algunas realizaciones, el reticulante es tetraquis(dimetilsiloxi)silano, mostrado a continuación en (III). En otras realizaciones, el reticulante es metiltris(dimetilsiloxi)silano. Asimismo, pueden usarse otros reticulantes. Asimismo, es posible usar reticulantes de mayor funcionalidad, aunque estos formen estructuras de polímero menos definidas.



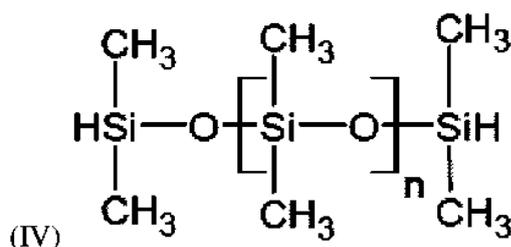
30

#### Prolongador de cadena

35 Además del reticulante, el grupo terminal Si-H puede proporcionarse mediante un prolongador de cadena, en donde ambos extremos del compuesto prolongador de cadena terminan con un grupo Si-H. En ciertas realizaciones, el prolongador de cadena comprende grupos reactivos que son compatibles y están dispuestos para reaccionar con los grupos vinilo en el polímero base. Al igual que como para el reticulante, estos grupos son grupos Si-H que pueden reaccionar en una reacción de hidrosilación. El prolongador de cadena típicamente incluye dos grupos funcionales; sin embargo, el prolongador de cadena puede incluir tres o más grupos funcionales, de modo que el prolongador de cadena funcione como un agente de ramificación. Los grupos funcionales pueden ser iguales o diferentes entre sí. Los grupos funcionales asimismo pueden ser iguales o diferentes de los grupos funcionales del primer componente y/o el segundo componente.

40

El prolongador de cadena puede ser cualquier prolongador de cadena conocido en la técnica. En una realización, el prolongador de cadena es un polidimetilsiloxano que contiene hidruro. En otra realización, el prolongador de cadena es un polidimetilsiloxano terminado en hidruro, mostrado a continuación en (IV).



En una realización más, el prolongador de cadena es un polifenilmetilsiloxano terminado en hidruro. En otra realización, el prolongador de cadena es un polidifenilsiloxano terminado en hidruro. En otra realización más, el prolongador de cadena es un siloxano que contiene dihidruro. El prolongador de cadena puede tener un alto peso molecular o un bajo peso molecular. El prolongador de cadena, asimismo, puede estar ramificado o no ramificado. En otras realizaciones, el prolongador de cadena es un polidimetilsiloxano de alto peso molecular. En otras realizaciones, el prolongador de cadena es un polidimetilsiloxano de bajo peso molecular.

En otras realizaciones, el prolongador de cadena es una silicona terminada funcionalmente, tal como un polidimetilsiloxano terminado en silanol, terminado en vinilo y terminado en amino. Tales siliconas tienen una baja resistencia al desgarro y pueden endurecerse incorporando sílice pirógena (SiO<sub>2</sub>) en la estructura. Por ejemplo, puede incluirse un siloxano funcionalizado con alcoxi. Los siloxanos funcionalizados con alcoxi adecuados incluyen polidietoxisiloxano, tetraetoxi silano, tetrametoxi silano, y polidimetoxi siloxano. En otras realizaciones, el prolongador de cadena es una fluorosilicona, fenil silicona, o una dietil silicona de ramificación.

En ciertas realizaciones, haciendo uso de la molécula prolongadora de cadena, el polímero base V-PDMS puede ser más corto porque el prolongador de cadena H-PDMS prolongará la cadena del polímero base V-PDMS *in situ* entre dos compuestos reticulantes. Usando este mecanismo, puede aplicarse una cadena de V-PDMS de una longitud más corta que conduce a menores viscosidades y compuestos con los que es más fácil trabajar. Por lo tanto, pueden usarse compuestos de polímero base de menor viscosidad a diferencia de un mecanismo de reacción de curado activado por peróxido. Por ejemplo, un mecanismo de curado activado por peróxido hace uso de cadenas de polímero con viscosidades de aproximadamente 2.000.000 cSt (2.000.000 mm<sup>2</sup>/s) mientras que el mecanismo de curado con platino permite cadenas de polímero base (V-PDMS) que tienen viscosidades de aproximadamente 5.000 cSt (5.000 mm<sup>2</sup>/s).

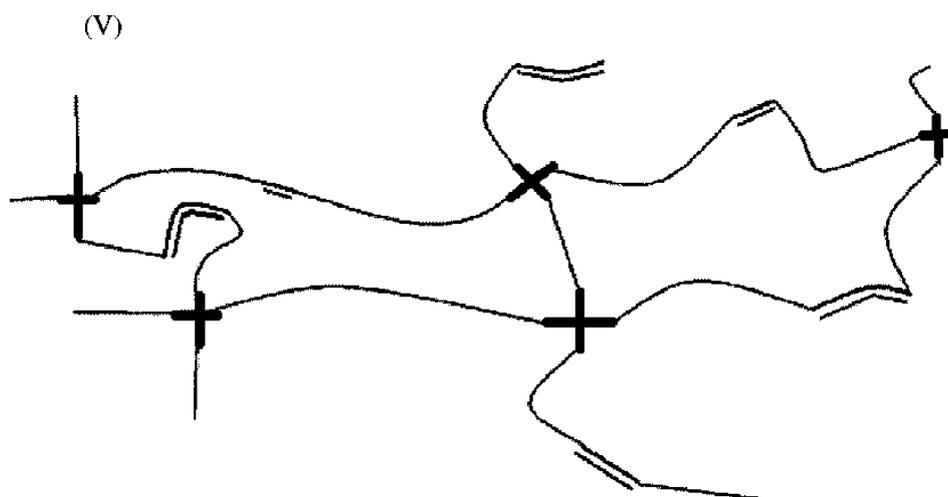
#### MFHC y Razones H/V

Pueden variarse las cantidades de reticulante y prolongador de cadena que proporcionan el componente hidruro. En ciertas realizaciones, la cantidad de hidruro en el gel se define en términos de la fracción molar de hidruro presente como reticulante ("MFHC"). Por ejemplo, cuando el valor de MFHC es 0,3 o 30%, esto significa que el 30% de los hidruros presentes en el sistema son parte del reticulante y que el 70% restante de los hidruros los proporciona el prolongador de cadena. En ciertas realizaciones, la razón MFHC puede alterarse para ajustar la dureza del gel (es decir, un aumento en la MFHC puede aumentar la dureza). El valor de MFHC es entre 0,2 y 0,5. En otras realizaciones, el valor de MFHC es entre 0,3 y 0,4.

La cantidad global de componentes hidruro en el gel, asimismo, puede variar. La razón de componentes hidruro a vinilo (proporcionada por el polímero base) puede definirse como "H/V." En otras palabras, H/V son los moles totales de hidruro (contribuciones de reticulante y prolongador de cadena) dividido por la cantidad en moles de vinilo del polímero base (por ejemplo, V-PDMS) presente. En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco tiene una razón H/V entre 0,5 y 1,0, entre 0,6 y 1,0, entre 0,7 y 1,0, entre 0,8 y 1,0, o entre 0,9 y 1,0. Si la razón H/V es mayor que 1, esto significa que hay más grupos hidruro presentes en el sistema que grupos vinilo. En teoría, el gel de silicona seco tendrá una dureza máxima cuando la razón H/V es 1 (este es el punto teórico donde todos los grupos reaccionan entre sí). Sin embargo, en la práctica, este no siempre es el caso y el máximo se situará en la cercanía de H/V igual a 1.

En la FIG. 5 se muestra una representación teórica que representa la relación entre la dureza del gel de silicona seco y la razón H/V. En ciertas realizaciones, la región de interés (o "RDI") para el gel de silicona seco comprende ligeramente menos grupos hidruro que vinilo (es decir, la H/V es menor que, pero cercana a 1). Esto se debe a que los geles con valores de H/V mayores que 1 pueden experimentar post-endurecimiento indeseado del gel. Con ayuda de la curva estequiométrica mostrada en la FIG. 5, puede calcularse la relación entre la cantidad de grupos hidruro y la cantidad de vinilo para conseguir una cierta dureza. Este valor puede usarse para obtener la diferente cantidad de reactivos necesarios para preparar un gel con la dureza deseada.

Se representa a continuación (V) una visión general esquemática de la reacción, en donde los compuestos reticulantes están representados por "+", los compuestos prolongadores de cadena están representados por "=", y los compuestos de polímero base V-PDMS están representados por "—." En ciertas realizaciones, el prolongador de cadena debe conectar siempre dos compuestos de polímero base diferentes, o conectar con un polímero base y terminar la cadena el extremo opuesto.

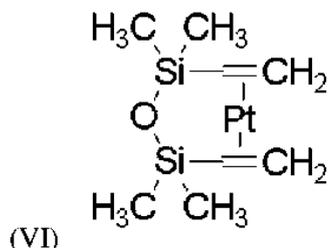


#### Catalizador

En ciertas realizaciones, se usa un catalizador de curado por adición para ayudar a reaccionar el polímero base, el reticulante y el prolongador de cadena. Realizar la reacción sin usar un catalizador típicamente es un proceso que consume mucha energía. Se necesitan temperaturas de 300°C o incluso mayores para evitar que el gel producido tenga propiedades mecánicas pobres e inconsistentes.

En ciertas realizaciones, el catalizador incluye un metal del Grupo VIII. En otras realizaciones, el catalizador comprende platino. El catalizador de platino puede prepararse según los métodos descritos en la técnica, por ejemplo, Lewis, Platinum Metals Rev., 1997, 41, (2), 66-75, y en la Patente de Estados Unidos N° 6.030.919. En otra realización, el catalizador es un catalizador homogéneo. En otras realizaciones, el catalizador es un catalizador heterogéneo. Ejemplos de catalizadores heterogéneos incluyen platino revestido sobre carbono o alúmina.

En una realización, el catalizador es un "catalizador de Karstedt". Este es un catalizador de platino hecho de Pt complejo con diviniltetrametildisiloxano, mostrado a continuación en (VI).



Una ventaja de este catalizador es el hecho de que no está teniendo lugar una reacción heterogénea sino que el catalizador formará un coloide. Una ventaja de estos catalizadores es el hecho de que sólo se necesita una pequeña cantidad (a nivel de ppm). Esto reduce el coste del proceso de polimerización.

En otra realización, el catalizador puede ser un complejo de rodio y cloruro, por ejemplo, cloruro de tris(trifenilfosfina)rodio ("catalizador de Wilkinson").

Los catalizadores basados en rodio pueden requerir mayores concentraciones y mayores temperaturas de reacción para que tengan éxito en gran medida. Pero el envenenamiento sucede junto con la reactividad; y, por lo tanto, los catalizadores basados en rodio pueden envenenarse menos fácilmente que los catalizadores de platino.

En aún otras realizaciones, el catalizador puede ser una derivación carbonilo de hierro, cobalto y níquel. En una realización, el catalizador es dicobaltooctacarbonilo  $\text{CO}_2(\text{CO})_8$ . Deben evitarse las altas temperaturas (por ejemplo, > 60°C) para prevenir la descomposición y desactivación del catalizador. En comparación con el catalizador de Pt, en este caso se necesitan 10-3M, y en el caso del Pt sería de 10-6M o nivel de ppm. Asimismo la reactividad se reduce en un factor de 5.

El mecanismo de reacción catalítica es un mecanismo de Lewis. En primer lugar, hay una coordinación de oxígeno con el catalizador en presencia del reticulante o prolongador de cadena. Esta etapa se denomina el periodo de inducción. Esto da hidrógeno y el coloide de platino. Después, el prolongador de cadena o reticulante precederá el ataque del grupo vinilo. Haciendo esto, se forma un complejo electrófilo. El grupo vinilo (V-PDMS) actuará entonces como un nucleófilo. Combinando el grupo vinilo de la cadena de V-PDMS tanto con el reticulante como con el

prolongador de cadena que estaba unido al catalizador de Pt da el producto de silicona. El hidruro se transfiere al segundo carbono del grupo vinilo. El coloide de Pt está disponible entonces para reaccionar una segunda vez. Puede verse el oxígeno como un co-catalizador porque el oxígeno no se consume en esta reacción y el O-O no se rompe en la secuencia de reacción.

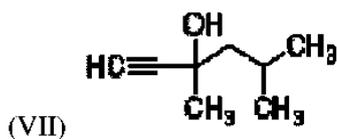
- 5 Los catalizadores deben aislarse de los compuestos que pueden envenenar, o dañar de otra manera, el rendimiento del catalizador. Por ejemplo, aminas, tioles y fosfatos pueden todos ellos envenenar un catalizador tal como un catalizador que contiene platino. Aminas, tioles y fosfatos pueden formar complejos muy estables con un catalizador, ralentizando de esta manera la reacción o deteniendo completamente la reacción.

Inhibidor

- 10 En ciertas realizaciones, se añaden inhibidores en la formulación de gel de silicona para ralentizar el proceso de curado. Ralentizar el proceso de curado permite más tiempo para trabajar con la mezcla de polímero durante el procesamiento, la dispensación y el moldeo.

- 15 El inhibidor puede unirse al catalizador y formar un complejo estable. Al hacer esto, se desactiva el catalizador de Pt. Cuando se activa el complejo añadiendo energía (elevando la temperatura) el inhibidor perderá su unión con el catalizador de Pt. Después de esto, el catalizador de Pt está en su forma activada de nuevo y puede comenzar la reacción de polimerización. El inhibidor puede ayudar a manipular el gel antes de que este se cure y se amplía su vida útil. En ciertas realizaciones, la vida útil puede ser aproximadamente 1 hora a temperatura ambiente y 6-8 horas a 3°C.

- 20 En ciertas realizaciones, el inhibidor comprende dos grupos ricos en electrones (función alcohol y alilo) que forman un alcohol acetilénico. Estos grupos pueden interactuar con el catalizador y protegerlo de otros grupos reactivos. En una realización, el inhibidor de un catalizador de Pt es 3,5-Dimetil-1-hexin-3-ol, mostrado a continuación en (VII).



Aditivos

- 25 En ciertas realizaciones, la composición de gel de silicona seco puede comprender componentes comunes adicionales. Por ejemplo, las composiciones pueden incluir aditivos tales como retardantes de llama, agentes colorantes, promotores de adhesión, estabilizadores, cargas, dispersantes, mejoradores de flujo, plastificantes, agentes antideslizantes, agentes de endurecimiento y combinaciones de los mismos. En ciertas realizaciones, los aditivos adicionales pueden incluir al menos un material seleccionado del grupo que consiste en Dynasylan 40, PDM 1922, Songnox 1024, Kingnox 76, DHT-4A, Kingsorb, pigmento y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, los aditivos comprenden entre 0,1 y 25% en peso de la composición global, entre 0,1 y 5% en peso de la composición global, entre 0,1 y 2% en peso de la composición global, o entre 0,1 y 1% en peso de la composición global.

- 35 En algunas realizaciones, las composiciones descritas y preparadas por los métodos descritos en la presente memoria comprenden un retardante de llama. En ciertas realizaciones, el retardante de llama es óxido de zinc. En algunas realizaciones, el retardante de llama comprende entre 0,1 y 25% en peso de la composición global, entre 0,1 y 5% en peso de la composición global, entre 0,1 y 2% en peso de la composición global, o entre 0,1 y 1% en peso de la composición global. En una realización, el retardante de llama comprende 20% en peso de la composición de gel global.

- 40 En algunas realizaciones, las composiciones descritas y preparadas por los métodos descritos en la presente memoria contienen al menos un estabilizador. Los estabilizadores incluyen antioxidantes, captadores de ácido, absorbedores/estabilizadores de luz y UV, estabilizadores de calor, desactivadores metálicos, captadores de radicales libres, negro de carbono y agentes antifúngicos.

Preparación del gel de silicona seco

- 45 En una realización, el gel de silicona seco se prepara mezclando un primer conjunto de componentes entre sí, mezclando un segundo conjunto de componentes entre sí, y mezclando después los dos conjuntos de componentes entre sí. El primer conjunto de componentes comprende combinar el polímero base (por ejemplo, V-PDMS) con el catalizador. El segundo conjunto de componentes comprende combinar el reticulante y el prolongador de cadena. El segundo conjunto de componentes pueden comprender, asimismo, combinar polímero base adicional, y en algunas realizaciones, un inhibidor. En algunas realizaciones, el primer y/o segundo conjunto de componentes puede comprender, asimismo, combinar al menos uno de los aditivos analizados anteriormente. En ciertas realizaciones, la cantidad de catalizador presente en el primer conjunto de componentes es entre 0,01-1% en peso, entre 0,05-0,1%

en peso, o aproximadamente 0,083% en peso. En algunas realizaciones, el resto del primer conjunto de componentes es el polímero base.

5 Respecto al segundo conjunto de componentes, en ciertas realizaciones, la cantidad de reticulante es entre 0,1-1% en peso, entre 0,2-0,4% en peso, o aproximadamente 0,3% en peso. En ciertas realizaciones, la cantidad de prolongador de cadena en el segundo conjunto de componentes es entre 0,5-5% en peso, entre 1-3% en peso, o entre 1,5-2,5% en peso. En algunas realizaciones, la cantidad de inhibidor en el segundo conjunto de componentes es entre 0,01-0,1% en peso, entre 0,1- 0,5% en peso, o aproximadamente 0,04% en peso. En otras realizaciones, la cantidad de polímero base en el segundo conjunto de componentes es entre 95-99,9% en peso, entre 96-99% en peso, o entre 97-98,5% en peso.

10 En ciertas realizaciones, la cantidad de reticulante y prolongador de cadena combinados en el gel de silicona seco global es entre 0,1-5% en peso, entre 0,5-2% en peso, entre 0,75-1,5% en peso, o aproximadamente 1,25% en peso.

15 El gel de silicona seco se prepara entonces mezclando el primer conjunto de componentes con el segundo conjunto de componentes. En una realización, la razón en peso de la combinación del primer conjunto de componentes al segundo conjunto de componentes es aproximadamente 1:1. En otra realización, la razón en peso de la combinación es entre aproximadamente 47,5:52,5 y 52,5:47,5. Ajustar la razón ligeramente puede provocar grandes diferencias en la dureza global del gel de silicona seco. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, cuando la razón es 52,5:47,5 entre el primer y segundo conjunto de componentes (en donde el segundo conjunto de componentes comprende V-PDMS, reticulante, prolongador de cadena e inhibidor), la dureza puede ser menor que la dureza de la misma composición a la razón de combinación 1:1. Además, en ciertas realizaciones, cuando la razón es 47,5:52,5 entre el primer y el segundo conjunto de componentes, la dureza puede ser mayor que la dureza de la misma composición a la razón de combinación 1:1. En un ejemplo, la dureza puede ser de aproximadamente 72 g a la razón 52,5:47,5, 140 g a la razón 1:1, y aproximadamente 210 g a la razón 47,5:52,5. En otras palabras, una variación del 2,5% puede afectar a la dureza del gel tanto como 70 g. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo el procedimiento de pesaje durante la preparación de la composición de gel con alta precisión.

25 Usos y propiedades del gel de silicona seco

Los geles de silicona secos descritos en la presente memoria pueden usarse en un número de usos finales debido a sus propiedades mejoradas, tales como un comportamiento mejorado respecto a tensiones mecánicas (por ejemplo, vibración y choque) o capacidad para sellar estructuras irregulares o complicadas (debido a la capacidad de fluir y de adaptarse al área de la estructura). En ciertas realizaciones, los geles de silicona secos pueden usarse en un interconector, cubierta, o sistema de cierre. En particular, el gel de silicona seco puede usarse en un cierre de fibra óptica, sellante eléctrico, o cierre eléctrico. En algunas realizaciones, los geles de silicona secos se usan como envolturas de gel, conchas de almeja o cápsulas de gel. En otras realizaciones, los geles de silicona seco se usan en el interior de un domicilio. En otras realizaciones, los geles de silicona secos se usan fuera de un domicilio. El uso del gel de silicona seco dentro de un cierre o sistema de interconexión puede permitir una reducción en el número de componentes, tamaño del marco o coste respecto a los mecanismos de sellado.

30 En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco se usa como un sellante retardante de llama. En una realización, el gel de silicona seco comprende un aditivo retardante de llama (por ejemplo, óxido de zinc) para funcionar como un sellante retardante de llama.

40 En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco se usa en un sistema de cierre. En ciertas realizaciones, el sistema de cierre comprende una carcasa, un cable y un gel de silicona seco. En algunas realizaciones, el cable es un cable LSZH.

En alguna realización, el sistema comprende además un conector y, en algunos casos, un receptáculo o puerto, en su interior que forma un sistema de interconexión. El sistema de interconexión puede comprender un mini-conector de entrada/salida, conector de datos, conector de alimentación, conector de fibra óptica, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, el sistema de interconexión puede comprender un sistema conector RJ-45. Se muestran ejemplos no limitantes de sistemas de interconexión y componentes en las FIGS. 6, 7, 8, 9a, 9b, 10a y 10b.

45 El gel de silicona seco puede usarse para crear un sello formado por desplazamiento. En otras realizaciones, el gel de silicona seco puede usarse para crear un sello que tiene funcionalidad radial, funcionalidad axial, o una combinación de las mismas. En aún otras realizaciones, el gel de silicona seco puede usarse para crear un sello formado por desplazamiento y que tiene funcionalidad radial y/o axial.

50 Las FIGS. 6, 7, y 8 proporcionan ejemplos no limitantes de funcionalidad radial y axial. La FIG. 6 muestra un ejemplo de un núcleo de conexión que tiene múltiples receptáculos o puertos de conexión para los cables 16 dentro de las carcasas 14 que hay que conectar. La FIG. 6 muestra tanto puertos 10 de conexión radiales como puertos 12 de conexión axiales. La FIG. 7 muestra un conector 26; carcasa 18, 28; y un conjunto de cable 16 con sellado 22 radial. La FIG. 8 muestra un conector 26; carcasa 32, 34; y conjunto de cable 16 con sellado 30 axial, en donde el sello sigue la superficie del puerto 12 axial. En ciertas realizaciones, la carcasa puede tener una protuberancia 20 que puede empujarse hacia dentro para engranar el pestillo 24 en el conector 26, permitiendo que el conector se retire

del puerto.

5 En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco puede usarse para crear un sello en un conjunto de carcasa que tiene múltiples partes. Por ejemplo, en una realización, el gel de silicona seco puede usarse en un conjunto de carcasa de dos piezas, recto, como se muestra en las FIGS. 9a y 9b. En otra realización, el gel de silicona seco puede usarse en conjunto de carcasa de dos piezas en ángulo, como se muestra en las FIGS. 10a y 10b.

El gel de silicona seco puede sellarse alrededor del cable 16 deslizando una formación de gel de menor diámetro sobre el cable para crear un sello por medio de interferencia. En otras realizaciones, el sello puede crearse moldeando el gel de silicona seco alrededor del interior de los componentes de la carcasa y encajando después la carcasa, el gel y el cable en su sitio.

10 En algunas realizaciones, el gel de silicona seco se usa en un sistema de cierre o interconexión que es "compatible" con un cable de baja emisión de humos y sin halógenos (LSZH). En ciertas realizaciones, se mide la compatibilidad sometiendo la muestra a uno o más ensayos mecánicos o ambientales para ensayar ciertos requisitos funcionales. En algunas realizaciones, se mide la compatibilidad haciendo pasar un ensayo de pérdida de presión, un ensayo de estanqueidad y/o un ensayo de aspecto visual. En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco en el sistema de  
15 cierre o de interconexión es compatible donde fallaría un gel de elastómero termoplástico tradicional (como se muestra y describe en los ejemplos y las figuras).

La estanqueidad puede ensayarse conforme al Ensayo de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) 61300-2-38, Método A y IEC 60068-2-17, Ensayo Qc. En ciertas realizaciones, se ensaya la estanqueidad sumergiendo la muestra de ensayo en un baño de agua y usando una presión interna de 20-40 kPa (0,2-0,4 atm) durante 15  
20 minutos. Es importante que la estanqueidad se mida directamente después de instalar el cierre a una temperatura de -15°C o 45°C. Es asimismo importante eliminar todas las burbujas de aire presentes en el exterior del cierre. Si se observa una corriente continua de burbujas de aire, esto significa que la muestra de ensayo no está apropiadamente sellada y esto se considerará como un fallo (es decir, no compatible).

25 Puede ensayarse la pérdida de presión conforme a IEC 61300-2-38, Método B. En ciertas realizaciones, el gel y cable son compatibles si la diferencia en la presión antes y después del ensayo es menor que 2 kPa (0,02 atm).

Puede ensayarse el aspecto visual conforme a IEC 61330-3-1 examinando el producto a simple vista para defectos que podrían afectar negativamente al rendimiento del producto.

30 La muestra puede someterse a diversas condiciones mecánicas y/o ambientales antes de ensayar la estanqueidad, la pérdida de presión, el aspecto visual, etc. En ciertas realizaciones, se determina la compatibilidad sometiendo la muestra a uno o más de los siguientes ensayos mecánicos: ensayo de tensión axial, ensayo de flexión, ensayo de reapertura, y ensayo de doblado, y/o uno o más ensayos ambientales: ensayo de resistencia a medios agresivos, ensayo de resistencia al agrietamiento por tensión, ensayo de niebla salina, ensayo de ciclado de temperatura, y ensayo de columna de agua.

35 En ciertas realizaciones, la muestra se somete a un ensayo de tensión axial según IEC 61300-2-4. En este ensayo, la muestra puede presurizarse internamente a 20 kPa (0,2 atm) o 40 kPa (0,4 atm) a temperatura ambiente y sellarse. El conjunto base se sujeta y se aplica una fuerza a cada uno de los cables de extensión individualmente. Si la muestra tiene un diámetro externo de menos de o igual a 7 mm, entonces la cantidad de fuerza aplicada por cable es igual a  $(\text{diámetro externo}/45 \text{ mm}) * 500 \text{ Newtons ("N")}$ . Esta fuerza se aplica durante 15 minutos para cada cable y se acumula para el ensayo IEC 61300-2-4. Si la muestra tiene un diámetro externo mayor que 7 mm, entonces la  
40 cantidad de fuerza aplicada por cable es igual a  $(\text{diámetro externo}/45 \text{ mm}) * 1000 \text{ N}$ , con un máximo aplicado de 1000 N. Esta fuerza se aplica durante una hora. Después se examina la presión interna para la pérdida de presión. En ciertas realizaciones, el gel y el cable son compatibles si la pérdida de presión es menor que 2 kPa (0,02 atm). Además, en ciertas realizaciones, el gel y el cable son compatibles si el desplazamiento del cable es menor que 3 mm. En otras realizaciones, las muestras de ensayo se someten adicionalmente al ensayo de estanqueidad, descrito  
45 anteriormente.

En otras realizaciones, se mide la compatibilidad sometiendo la muestra a un ensayo de flexión según IEC 61300-2-37. En este ensayo, las muestras se someten a temperaturas de -15°C y 45°C. Las muestras se presurizan internamente a 20 kPa o 40 kPa (0,2 atm o 0,4 atm) y se sellan. Los cables se doblan individualmente a un ángulo de 30° (o una aplicación de fuerza máxima de 500 N) a cada lado del neutro en el mismo plano. Cada operación de  
50 doblado se mantiene durante 5 minutos. El cable se devuelve a su posición original y después se repite el procedimiento en la dirección opuesta. Después de 5 ciclos sobre cada cable, las muestras se inspeccionan visualmente a simple vista para su aspecto, se acondicionan a temperatura ambiente, y se someten a un ensayo de estanqueidad. En algunas realizaciones, el gel y el cable LSZH son compatibles si la muestra de ensayo pasa el ensayo de aspecto visual, el ensayo de pérdida de presión (es decir, menor que 2 kPa (0,02 atm)) y/o el ensayo de  
55 estanqueidad.

En otra realización, se mide la compatibilidad sometiendo la muestra a un ensayo de reapertura según IEC 61300-2-33c. En ciertas realizaciones, puede simularse la reapertura después de un cierto tiempo de ciclado de temperatura. Para completar este ensayo, el cierre tiene que sacarse de la sala de ciclado y ensayarse respecto a estanqueidad.

Después de esto puede realizarse un ensayo de reapertura. En este ensayo, se retira un tapón simulado o cable del cierre y se añade otro cable o tapón simulado. Después, se mide de nuevo la estanqueidad. La reapertura es exitosa si el cierre pasa de nuevo el ensayo de estanqueidad.

5 Puede emplearse otro ensayo mecánico para determinar la compatibilidad. La muestra puede someterse a un ensayo de doblado según IEC 61300-2-5. Una vez completado el ensayo de doblado, el gel y el cable pueden considerarse compatibles si la muestra pasa el ensayo de inspección visual, el ensayo de pérdida de presión y/o el ensayo de estanqueidad.

10 En aún otras realizaciones, se mide la compatibilidad realizando un ensayo ambiental de ciclado de temperatura o envejecimiento acelerado conforme a IEC 61300-2-22 y IEC 60068-2-14, Ensayo Nb. En una realización, el ensayo de ciclado de temperatura se realiza sobre la camisa del cable entre los bloques de gel, realizando un ciclo de temperatura entre -40°C y 70°C durante 10 días a dos ciclos entre las temperaturas extremas por día. En algunas realizaciones, la humedad no está controlada, el tiempo de permanencia es de cuatro horas y el tiempo de transición es de dos horas. En ciertas realizaciones, se ensaya la camisa del cable para el mantenimiento de la resistencia a la tracción, alargamiento a rotura, estanqueidad, aspecto visual y/o reapertura. Asimismo, en ciertas realizaciones, después del ensayo de ciclado de temperatura, es necesario ensayar la estanqueidad de los cierres después de acondicionar a temperatura ambiente durante un mínimo de 2 horas. Por lo tanto, en ciertas realizaciones, el gel y el cable LSZH son compatibles si la muestra de ensayo pasa el ensayo de estanqueidad.

15 En otra realización, se determina la compatibilidad sometiendo la muestra a un ensayo de resistencia a medios agresivos conforme a IEC 61300-2-34, ISO 1998/1 y EN 590. La muestra se considera compatible si esta pasa posteriormente el ensayo de estanqueidad y/o aspecto.

20 En otra realización más, se determina la compatibilidad sometiendo la muestra a un ensayo de resistencia al agrietamiento por tensión conforme a IEC 61300-2-34. La muestra se considera compatible si esta pasa posteriormente el ensayo de estanqueidad y/o no muestra signos visibles de agrietamiento.

25 En otras realizaciones, se determina la compatibilidad sometiendo la muestra a un ensayo de niebla salina conforme a IEC 61300-2-36 y IEC 60068-2-11, Ensayo Ka. La muestra se considera compatible si esta pasa posteriormente el ensayo de estanqueidad y/o aspecto.

En algunas realizaciones, se determina la compatibilidad sometiendo la muestra a un ensayo de columna de agua conforme a IEC 61300-2-23, Método 2. La muestra se considera compatible si no hay entrada de agua.

30 En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco tiene propiedades medibles. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el gel de silicona seco tiene una dureza en el intervalo Dureza Shore 000 de 26 a 53, o de 100 a 300 g, como se mide según los métodos conocidos en la técnica. En ciertas realizaciones, se mide el indicador de dureza Shore según ISO868 o ASTM D2240. En otras realizaciones, puede medirse la dureza en un analizador de textura. Por ejemplo, un Analizador de Textura LFRA-Brookfield puede incluir un conjunto de sonda fijado a una célula de carga bi-direccional, accionada por motor. En tal sistema, la sonda se acciona verticalmente en la muestra a una velocidad pre-establecida y a una profundidad pre-establecida. La dureza es la cantidad de fuerza necesaria para empujar la sonda hacia el interior de la muestra de ensayo. En otras realizaciones, el gel de silicona seco tiene una dureza en el intervalo de 37 a 45 Shore 000, o de 160 a 220 g. En aún otras realizaciones, el gel de silicona seco tiene una dureza en el intervalo de 38 a 42 Shore 000, o de 170 a 200 g.

35 Para un ejemplo adicional, en algunas realizaciones, la deformación permanente por compresión, como se mide después de una deformación de 50%, se aplica durante 1000 horas a 70°C, tiene un intervalo entre 4% y 20%. En otras realizaciones, la deformación permanente por compresión, como se mide después de una deformación de 50%, se aplica durante 1000 horas a 70°C, tiene un intervalo entre 10% y 14% cuando se mide según la versión modificada de la norma ASTM D395, método B descrito anteriormente.

40 En algunas realizaciones, el gel se comprime con una cierta distorsión o deformación (por ejemplo, en ciertas realizaciones, hasta 50% de su tamaño original). Esto provoca una cierta tensión en el material. La tensión se reduce ahora porque se relaja el material. En ciertas realizaciones, la relajación de tensiones del gel de silicona seco tiene un posible intervalo entre 30 y 60% cuando se somete a una distorsión o deformación por tracción de aproximadamente 50% del tamaño original del gel, en donde se mide la relajación de tensiones después de un tiempo de retención de un minuto a una deformación de 50%. En otras realizaciones, la relajación de tensiones del gel de silicona seco es entre 40% y 60% cuando se somete a una deformación por tracción de aproximadamente 50%. Una relajación de tensiones mayor indica que una vez que un gel se ha instalado en un cierre, el gel requerirá menos tensión para sellarlo.

45 En ciertas realizaciones, la composición de gel de silicona seco tiene menos de 10% de aceite expelido durante un periodo de tiempo cuando el gel está bajo compresión de 120 kPa (1,2 atm) a 60°C. En ciertas realizaciones, se mide el aceite expelido en una malla de alambre, en donde el aceite expelido puede salir del gel a través de la malla. El peso de la muestra de gel se registra antes y después de aplicar la presión. En algunas realizaciones, el gel tiene menos de 8% de aceite expelido durante el periodo de tiempo. En otras realizaciones, el gel tiene menos de 6% de aceite expelido durante el periodo de tiempo. En ciertas realizaciones, se mide el aceite expelido a las 200 horas,

400 horas, 600 horas, 800 horas, 1000 horas, 1200 horas o 1440 horas (60 días).

En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco tiene menos aceite expelido en comparación con un gel termoplástico durante el mismo periodo de tiempo a 120 kPa (1,2 atm) a 60°C. En algunas realizaciones, el gel de silicona seco tiene 40%, 50%, o 60% de aceite expelido que el gel termoplástico a las 200 horas, 400 horas, 600 horas, 800 horas, 1000 horas, 1200 horas o 1500 horas (aproximadamente 60 días).

### Ejemplos

Los geles de silicona secos se sintetizaron según los siguientes ejemplos. Se preparó un primer conjunto de componentes. Para preparar el primer conjunto de componentes, se añade un catalizador de platino complejo (catalizador de Karstedt, número CAS 68478-92-2) de Sigma-Aldrich N.V./S.A., Bornem, Bélgica, a un recipiente. Se combina polidimetilsiloxano terminado en vinilo (número CAS 68083-19-2) de ABCR GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Alemania, con el catalizador a una razón de 100:0,0311.

El catalizador se añade en primer lugar, siendo necesario añadir este compuesto en el fondo del recipiente y asegurándose de que no se salpica catalizador sobre los laterales. Después de añadir el catalizador puede añadirse el V-PDMS vertiéndolo en el recipiente hasta que se pesan aproximadamente 10 gramos de lo que se necesita. Los últimos 10 o más gramos se añaden con mayor precisión mediante el uso de una gran pipeta o jeringa. Lo mejor es empezar el mezclado a bajas rpm (100 rpm) y aumentar gradualmente a 500 rpm en 2 minutos. Después de los 2 minutos de mezclado, puede aumentarse la velocidad de mezclado a 1200-1400 rpm durante 3 minutos.

Para preparar un segundo conjunto de componentes, se añade un polidimetilsiloxano terminado en vinilo (número CAS 68083-19-2) de ABCR GmbH & Co. KG a un reticulante, GELEST SIT 7278,0, un prolongador de cadena GELEST DMS-H03, y un inhibidor, ALDRICH 27, 839-4. El reticulante se añade al recipiente en primer lugar, porque pequeñas variaciones en la cantidad añadida pueden influir en gran medida sobre la dureza del gel. Si se añade demasiado, este siempre puede volver a aspirarse. Después, se añade el inhibidor al recipiente de reacción. El tercer componente que es necesario pesar es el prolongador de cadena. Lo mejor es empezar el mezclado a bajas rpm (100 rpm). En 2 minutos se pasa a 500 rpm y se raspan los laterales del recipiente con una varilla de plástico. Después de estos 2 minutos de mezclado, puede aumentarse la velocidad de mezclado a 1200-1400 rpm durante 3 minutos.

El primer conjunto de componentes se mezcló con el segundo conjunto de componentes a una razón 1:1 en un vial. Se mezclaron los dos conjuntos de componentes a 1250 rpm durante 2-3 minutos, se pusieron al vacío durante 4-5 minutos, y se vertieron en el molde deseado. La mezcla moldeada resultante se puso al vacío durante 3 minutos y después se curó durante 30 minutos a 90°C. Se fabricaron geles de silicona secos según los siguientes Ejemplos 1-6.

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6
1 <sup>er</sup> conjunto de componentes	% Peso					
Geles DMS-35, vinilo	99,917	99,917	99,917	99,917	99,917	99,917
Catalizador	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
2 <sup>o</sup> conjunto de componentes	% Peso					
Geles DMS-35, vinilo	98,079	97,63	97,593	97,509	97,467	97,439
Geles SIT 7278,0, reticulante	0,329	0,279	0,284	0,294	0,299	0,302
Geles DMS-H03, prolongador de cadena	1,552	2,045	2,083	2,157	2,194	2,219
Aldrich 27,839-4, inhibidor	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Dureza	40 g	75 g	95 g	145 g	180 g	205 g

Aunque no se ha implementado en estos Ejemplos, en ciertas realizaciones, pueden añadirse aditivos adicionales al primer conjunto de componentes. En algunas realizaciones, los aditivos adicionales pueden incluir al menos un material seleccionado del grupo que consiste en Dynasylan 40, PDM 1922, Songnox 1024, Kingnox 76, DHT-4A, Kingsorb, pigmento, y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, los aditivos comprenden entre 0,1 y 5% en peso, entre 0,1 y 2% en peso, o entre 0,1 y 1% en peso de la composición del primer conjunto.

Para ejemplo adicional, el primer y segundo conjuntos de componentes se mezclaron a 10 razones de 47,5:52,5 a 52,5:47,5. Se ensayaron geles de silicona secos en condiciones controladas en un sistema de cierre usado en aplicaciones subterráneas y aéreas para reparar cables de fibra de hasta 12 fibras.

Los geles de silicona secos se ensayaron adicionalmente en condiciones controladas en un sistema de cierre que incluye un organizador de fibra y un cierre de cable usado en cables de fibra óptica en ambientes por encima y por debajo del suelo. Además, se ensayaron geles de silicona secos en condiciones controladas en un organizador de cierre y sistema multi-salida para cables que tienen un pequeño diámetro.

Se ensayaron geles de silicona secos de numerosas maneras: ciclado de temperatura, ensayo de reapertura, ciclado de agua French, instalaciones frías y calientes, y exposición a keroseno. Para experimentos de ciclado de temperatura, se expusieron cierres que incluían geles de silicona secos a temperaturas entre -30°C y +60°C durante 10 días. La humedad no estaba controlada. Los cierres se sometieron a un ciclo entre las temperaturas alta y baja dos veces al día durante diez días. Se mantuvieron muestras a las temperaturas extremas durante cuatro horas durante cada ciclo.

Para ensayos combinados de ciclado de temperatura, se instalaron geles de silicona secos en tres sistemas de cierre. Después de la instalación los cierres se ensayaron respecto a estanqueidad y se pusieron en un ciclado de temperatura. Después de ocho días se realizó un ensayo de reapertura y después de diez días los cierres se sacaron del ciclado, se ensayaron respecto a estanqueidad y reapertura. Se ensayaron asimismo cierres que contienen los geles termoplásticos convencionales.

Para el ensayo de estanqueidad, se sumerge el cierre en un baño de agua durante 15 minutos y una presión interna de 20 kPa. Si se observan burbujas de aire, esto significa que el cierre no se ha sellado apropiadamente y se considerará como un fallo.

Para el ensayo de reapertura, se retira un tapón simulado o cable del cierre y se añade otro cable o tapón simulado. Después, se mide de nuevo la estanqueidad. La reapertura es exitosa si el cierre pasa de nuevo el ensayo de estanqueidad.

En ciertas realizaciones, el gel de silicona seco en el sistema de cierre es capaz de pasar los ensayos de estanqueidad y reapertura donde fallaría un gel de elastómero termoplástico tradicional (como se muestra y describe en los ejemplos y figuras).

La Fig. 1 muestra la dureza (g) frente a la relajación de tensiones (%) de geles de silicona secos según se mide en un analizador de textura TA-XT2 de Texture Technologies (Westchester County, Nueva York). Los cuadrados proporcionan ejemplos de geles que son estancos y capaces de experimentar reapertura; los triángulos rojos proporcionan ejemplos de geles que fallan respecto a estanqueidad y/o reapertura. El óvalo de línea continua en la parte inferior izquierda del gráfico indica ejemplos de geles de elastómero termoplástico tradicionales. El óvalo de línea continua en la parte derecha indica una región específica para geles de silicona secos. Se muestran tres ejemplos de gel de silicona seco dentro del óvalo. El óvalo de línea discontinua indica un intervalo ampliado de geles de silicona secos aceptables.

La Fig. 2 muestra la relajación de tensiones (%) frente a la deformación permanente por compresión (%) de geles de silicona secos durante 1000 horas a 70°C. La deformación permanente por compresión se midió usando una versión modificada de la norma ASTM D395, método B. A diferencia de cuando se usan muestras con un diámetro de 29 mm y un espesor de 12,5 mm, se midieron muestras que tienen un diámetro de 28 mm y un espesor de 12 mm. Los cuadrados proporcionan ejemplos de geles que son estancos y capaces de experimentar reapertura; los triángulos rojos proporcionan ejemplos de geles que fallan respecto a estanqueidad y/o reapertura. El óvalo de línea continua en la parte izquierda del gráfico indica ejemplos de geles de elastómero termoplástico tradicionales. El óvalo de línea continua en la parte inferior derecha indica una región específica para geles de silicona secos. Se muestran tres ejemplos de gel de silicona seco dentro del óvalo. El óvalo de línea discontinua indica un intervalo ampliado de geles de silicona secos aceptables.

La Fig. 3 muestra la dureza (g) frente a la deformación permanente por compresión (%) de geles de silicona secos durante 1000 horas a 70°C. De nuevo, se midió la deformación permanente por compresión con la versión modificada de la norma ASTM D395, método B descrito anteriormente. Los cuadrados proporcionan ejemplos de geles que son estancos y capaces de experimentar reapertura; los triángulos rojos proporcionan ejemplos de geles que fallan respecto a estanqueidad y/o reapertura. El óvalo de línea continua en la parte izquierda del gráfico indica ejemplos de geles de elastómero termoplástico tradicionales. El óvalo de línea continua en la parte inferior derecha indica una región específica para geles de silicona secos. Se muestran tres ejemplos de gel de silicona seco dentro del óvalo. El óvalo de línea discontinua indica un intervalo ampliado de geles de silicona secos aceptables.

Se realizaron asimismo experimentos de pérdida de aceite sobre geles de silicona secos con dureza de 140 g, 170 g y 200 g. La Fig. 4 muestra el aceite expelido de cinco geles bajo compresión a una presión de aproximadamente 120 kPa (aproximadamente 1,2 atm) y a una temperatura de aproximadamente 60°C. Los geles etiquetados como Si H140, Si H 170 y Si H200 son geles de silicona secos que tienen durezas de 140 g, 170 g y 200 g, respectivamente. Los geles etiquetados como L2912 y L2908 son ejemplos de geles de elastómero termoplástico. El gel de silicona con una dureza 200 g (Si H200) tenía la menor cantidad de pérdida de aceite. Después de 1.500 horas, aproximadamente 60 días, la pérdida de aceite para estos geles de silicona secos es entre 8 y 10%. Para una dureza de 200 g la pérdida de aceite era ligeramente menor que 6%. La pérdida de aceite para el gel termoplástico L2912 es de aproximadamente 16% después de 1.500 horas. Los datos en la Fig. 4 representan una reducción de 50% en la pérdida de aceite comparado con estos sistemas de gel termoplástico.

Aunque en la presente memoria se han descrito ejemplos, debe apreciarse que cualquier disposición posterior diseñada para conseguir el mismo o similar propósito puede sustituir a los ejemplos específicos mostrados. Esta descripción pretende cubrir todas y cada una de las adaptaciones o variaciones posteriores de los diversos ejemplos. Las combinaciones de los ejemplos anteriores, y otros ejemplos no descritos específicamente en la presente memoria, pueden ser evidentes para los expertos en la materia tras revisar la descripción.

Se proporciona el resumen con el entendimiento de que no se usará para interpretar o limitar el alcance o significado de las reivindicaciones. Además, en la Descripción Detallada anterior, pueden agruparse juntas diversas características o describirse en un único ejemplo con el fin de racionalizar la descripción. Esta descripción no debe interpretarse como que refleja la intención de que los ejemplos reivindicados requieren más características de las que se citan expresamente en cada reivindicación. No obstante, como reflejan las siguientes reivindicaciones, la materia objeto inventiva puede dirigirse a menos que todas las características de cualquiera de los ejemplos descritos. Por lo tanto, las siguientes reivindicaciones se incorporan en la Descripción Detallada, entendiéndose que cada reivindicación por sí misma define una materia objeto reivindicada por separado.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de preparación de un gel de silicona seco que tiene menos de 10% de aceite expelido después de estar bajo una compresión de 1,2 atm durante 60 días a 60°C, que comprende:
  - 5 proporcionar un primer conjunto de componentes que comprende: (1) un polímero base que tiene un grupo vinil-silicona, y (2) un catalizador de curado por adición;
  - proporcionar un segundo conjunto de componentes que comprende: (1) un reticulante, (2) un prolongador de cadena, y (3) polímero base adicional que tiene un grupo vinil-silicona; y
  - mezclar el primer y segundo conjunto de componentes entre sí para formar el gel de silicona seco, en donde la fracción molar de hidruro presente como reticulante es entre 0,2 y 0,5.
- 10 2. El método de la reivindicación 1, en donde el segundo conjunto de componentes comprende además un inhibidor.
3. El método de la reivindicación 2, en donde el inhibidor es 3,5-dimetil-1-hexin-3-ol.
4. El método de una de las reivindicaciones 1-3, en donde el primer y/o segundo conjunto de componentes comprende además al menos un aditivo seleccionado del grupo que consiste en: retardantes de llama, agentes colorantes, promotores de adhesión, estabilizadores, cargas, dispersantes, mejoradores de flujo, plastificantes,
  - 15 agentes antideslizantes, agentes de endurecimiento, y combinaciones de los mismos.
5. El método de una de las reivindicaciones 1-4, en donde el gel de silicona seco comprende entre 0,1% en peso y 25% en peso de un aditivo retardante de llama.
6. El método de la reivindicación 5, en donde el aditivo retardante de llama es óxido de zinc.
7. El método de una de las reivindicaciones 1-6, en donde cada uno del polímero base y el polímero base adicional
  - 20 es un polidimetilsiloxano terminado en vinilo.
8. El método de una de las reivindicaciones 1-7, en donde cada uno del polímero base y el polímero base adicional tiene una o más de las siguientes propiedades:
  - (a) un peso molecular entre 28.000 g/mol y 70.000 g/mol;
  - (b) un contenido de vinilo entre 0,01 mmol/g y 0,1 mmol/g.
- 25 9. El método de una de las reivindicaciones 1-8, en donde el gel de silicona seco comprende una o más de las siguientes propiedades:
  - (a) una dureza entre 100 g y 300 g;
  - (b) una relajación de tensiones entre 40% y 60% cuando el gel se somete a una deformación del 50% de su tamaño original;
  - 30 (c) una deformación permanente por compresión entre 4% y 20% después de aplicar una deformación del 50% al gel durante 1000 horas a 70°C.
10. El método de una de las reivindicaciones 1-9, en donde el reticulante se selecciona del grupo que consiste en tetraquis(dimetilsiloxi)silano, metiltris(dimetilsiloxi)silano, y combinaciones de los mismos.
11. El método de una de las reivindicaciones 1-10, en donde el prolongador de cadena se selecciona del grupo que
  - 35 consiste en polidimetilsiloxano que contiene hidruro, siloxano que contiene dihidruro, polidimetilsiloxano terminado en hidruro, polifenilmetilsiloxano terminado en hidruro, polidifenilsiloxano terminado en hidruro, silicona terminada funcionalizada, y combinaciones de los mismos.
12. El método de una de las reivindicaciones 1-11, en donde la razón de hidruro a vinilo en el gel de silicona seco es entre 0,8 y 1,0.
- 40 13. El método de una de las reivindicaciones 1-12, en donde el catalizador se selecciona del grupo que consiste en platino complejado con diviniltetrametildisiloxano y complejo de rodio y cloruro.
14. El método de una de las reivindicaciones 1-13, en donde la razón de porcentaje en peso entre el primer conjunto de componentes y el segundo conjunto de componentes es 1 : 1.
- 45 15. Un gel de silicona seco que tiene menos de 10% de aceite expelido después de estar bajo una compresión de 1,2 atm durante 60 días a 60°C que comprende:

- un polímero base que tiene un grupo vinil-silicona;  
 un reticulante; y  
 un prolongador de cadena, en donde el gel tiene  
 5 una deformación permanente por compresión entre 4% y 20% después de aplicar una deformación del 50% al gel durante 1000 horas a 70°C, en donde la fracción molar de hidruro presente como reticulante es entre 0,2 y 0,5.
16. El gel de silicona seco de la reivindicación 15 que comprende además al menos un aditivo seleccionado del grupo que consiste en: retardantes de llama, agentes colorantes, promotores de adhesión, estabilizadores, cargas, dispersantes, mejoradores de flujo, plastificantes, agentes antideslizantes, agentes de endurecimiento, y  
 10 combinaciones de los mismos.
17. El gel de silicona seco de la reivindicación 15 o 16, en donde el polímero base es un polidimetilsiloxano terminado en vinilo.
18. El gel de silicona seco de una de las reivindicaciones 15-17, en donde el reticulante se selecciona del grupo que consiste en tetraquis(dimetilsiloxi)silano, metiltris(dimetilsiloxi)silano, y combinaciones de los mismos.
- 15 19. El gel de silicona seco de una de las reivindicaciones 15-18, en donde el prolongador de cadena se selecciona del grupo que consiste en polidimetilsiloxano que contiene hidruro, siloxano que contiene dihidruro, polidimetilsiloxano terminado en hidruro, polifenilmetilsiloxano terminado en hidruro, polidifenilsiloxano terminado en hidruro, silicona terminada funcionalizada, y combinaciones de los mismos.
- 20 20. El gel de silicona seco de una de las reivindicaciones 15-19, en donde la razón de hidruro a vinilo es entre 0,8 y 1,0.
21. El gel de silicona seco de una de las reivindicaciones 15-20, en donde el gel de silicona seco comprende entre 0,1% en peso y 25% en peso de un aditivo retardante de llama.
22. El gel de silicona seco de la reivindicación 21, en donde el aditivo retardante de llama es óxido de zinc.
- 25 23. El gel de silicona seco de una de las reivindicaciones 15-22, en donde el polímero base tiene una o más de las siguientes propiedades:  
 un peso molecular entre 28.000 g/mol y 70.000 g/mol;  
 un contenido de vinilo entre 0,01 mmol/g y 0,1 mmol/g.
24. El gel de silicona seco de una de las reivindicaciones 15-23, en donde el gel comprende una o más de las  
 30 siguientes propiedades:  
 (a) una dureza entre 100 g y 300 g;  
 (b) una relajación de tensiones entre 40% y 60% cuando el gel se somete a una deformación del 50% de su tamaño original.

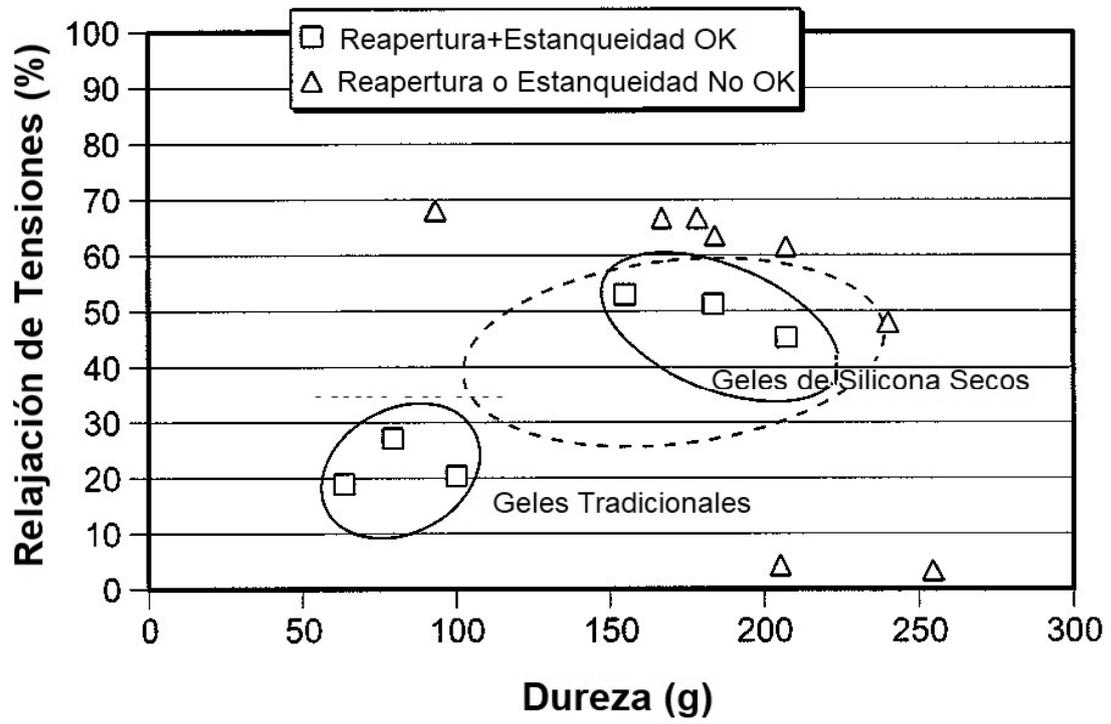


Fig. 1

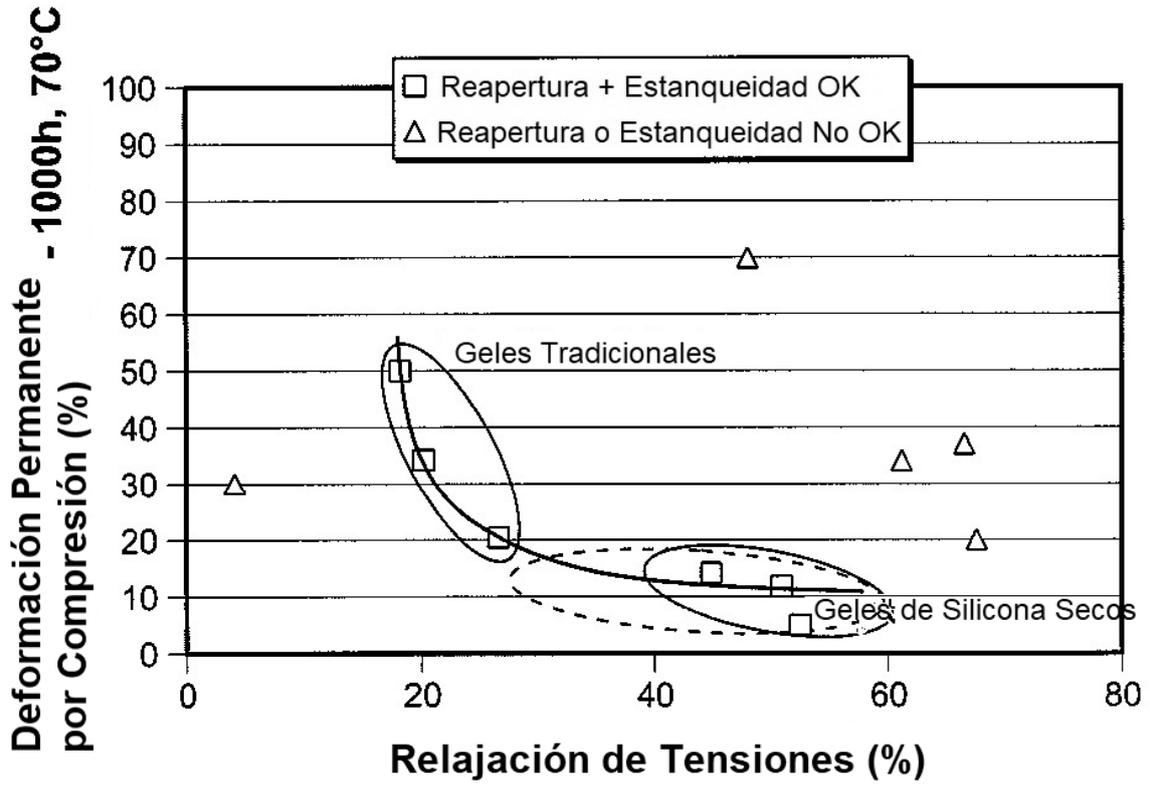


Fig. 2

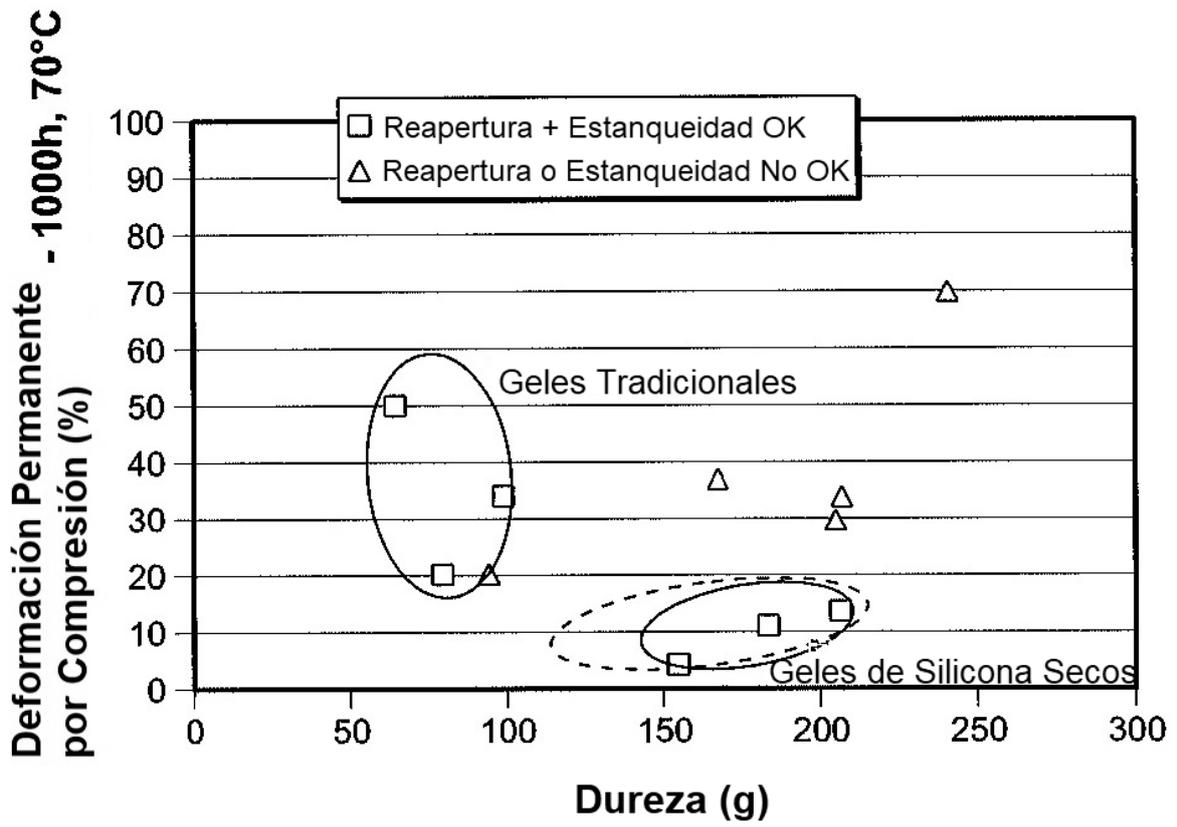


Fig. 3

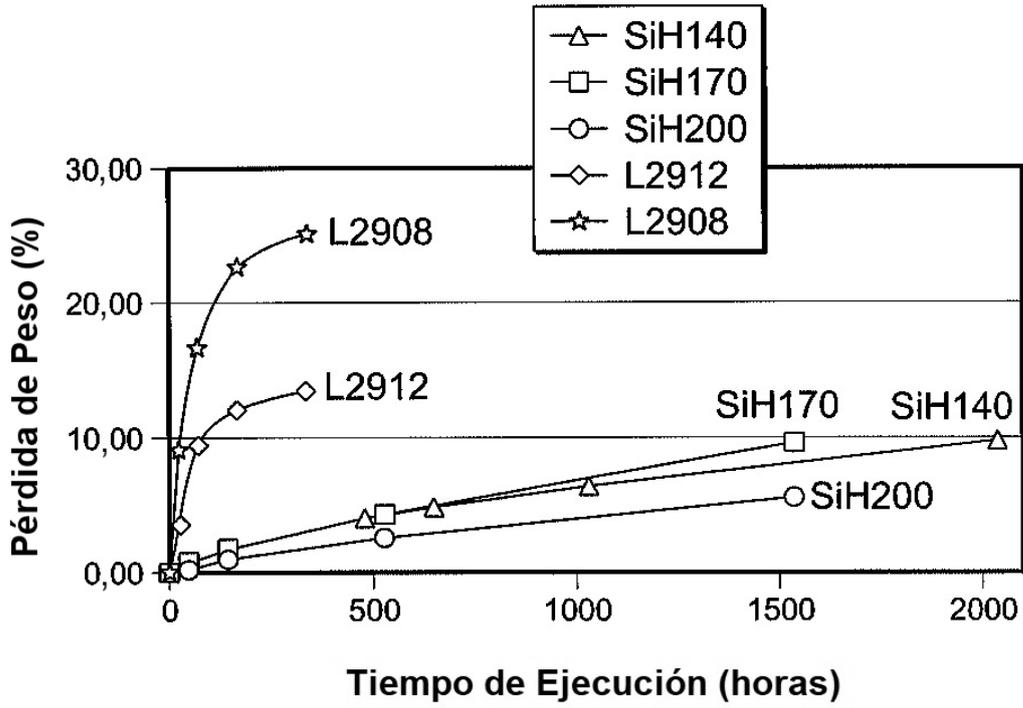


Fig. 4

Curva Estequiométrica

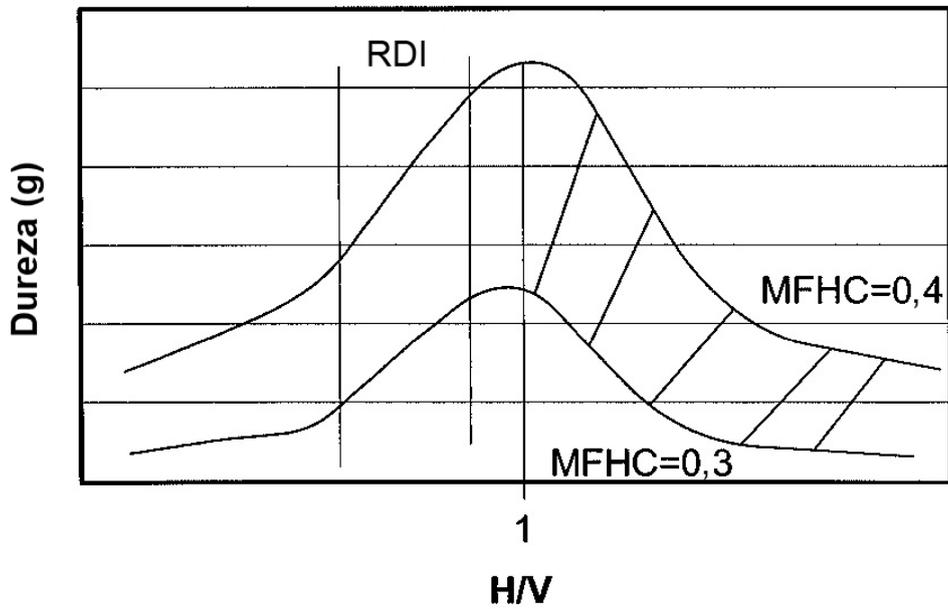


Fig. 5

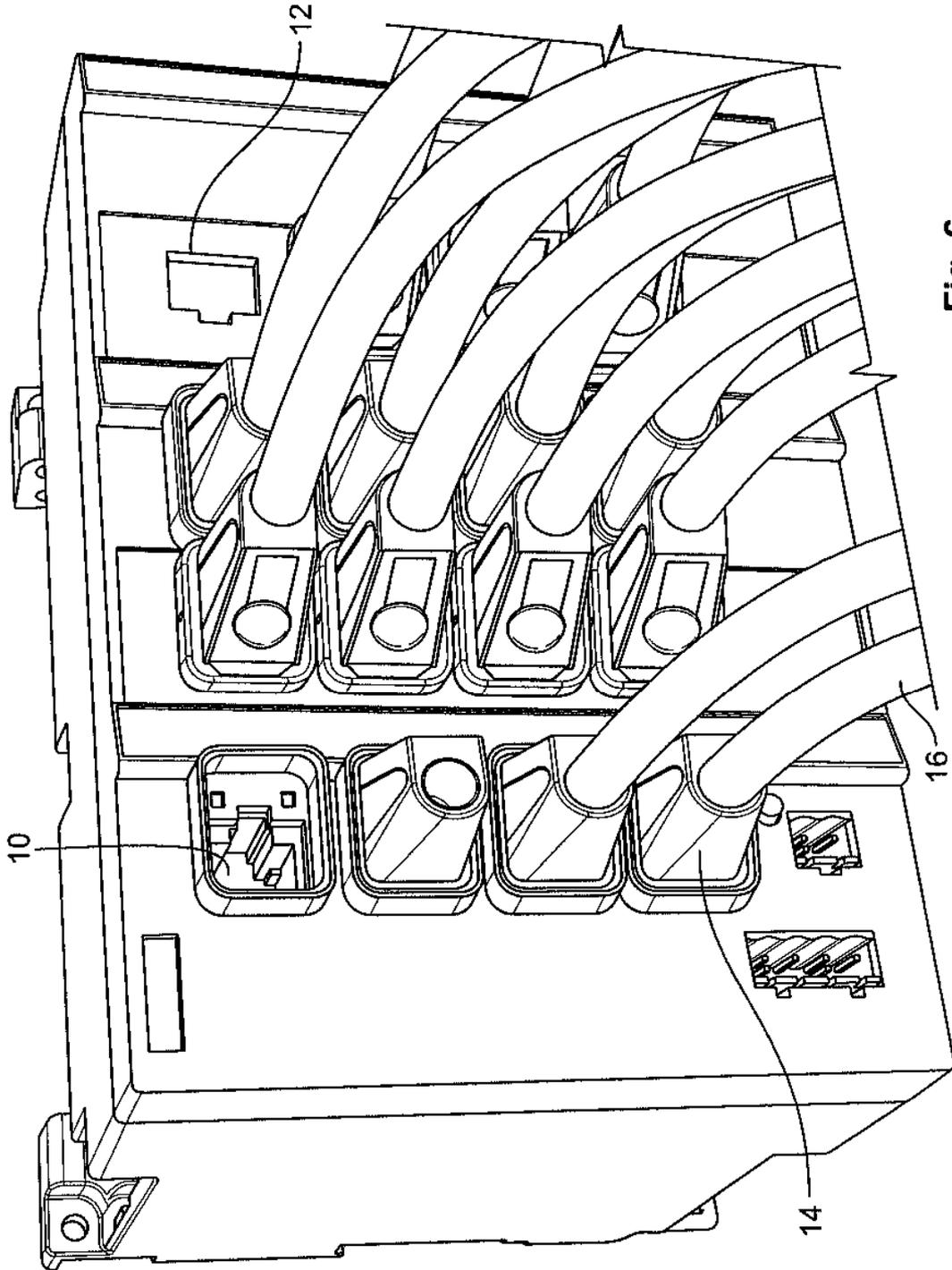
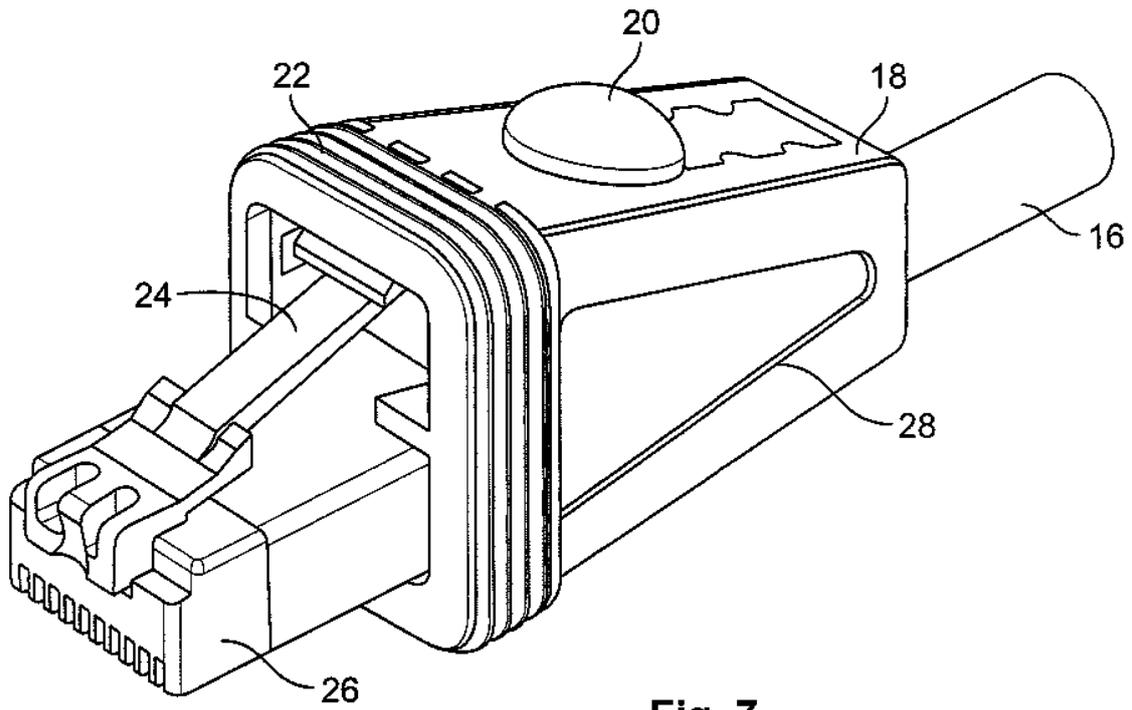
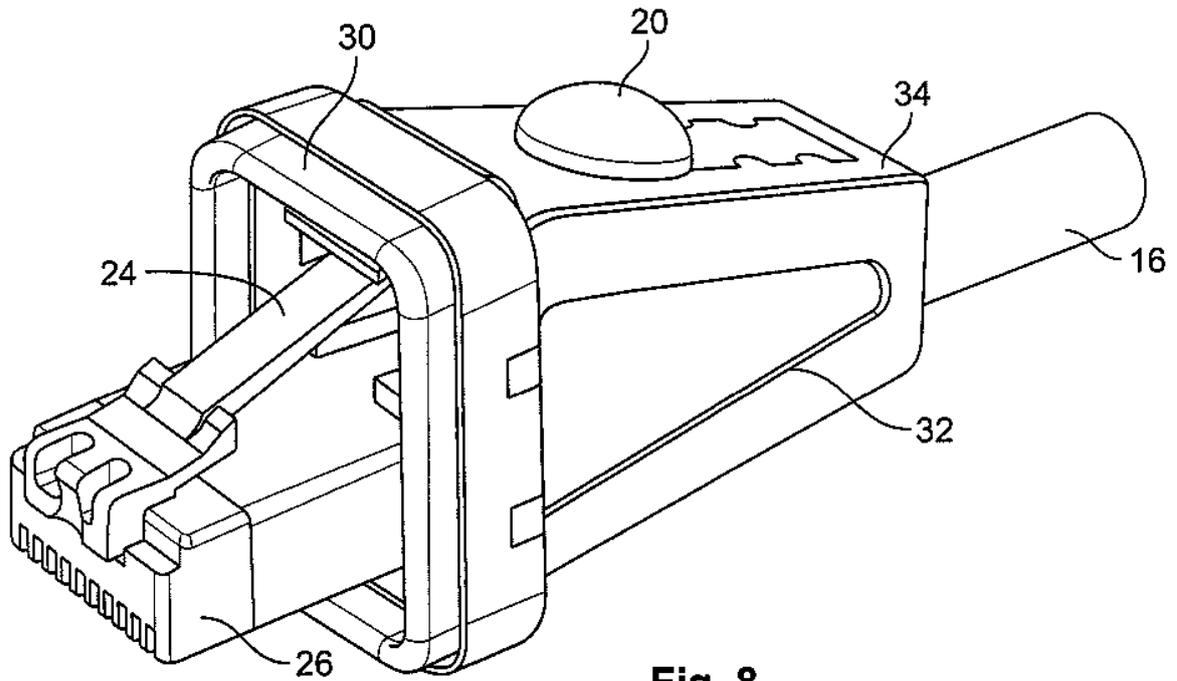


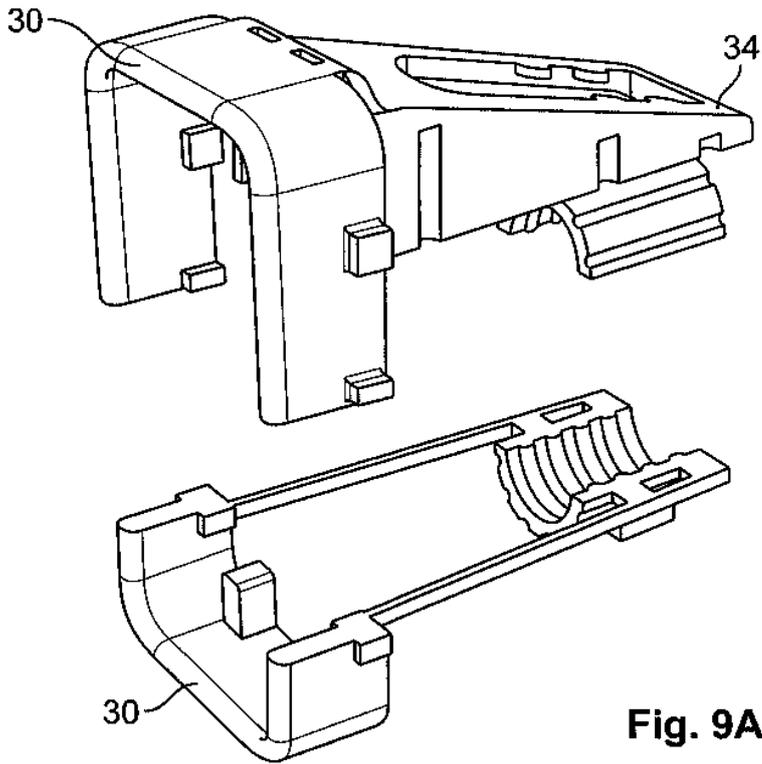
Fig. 6



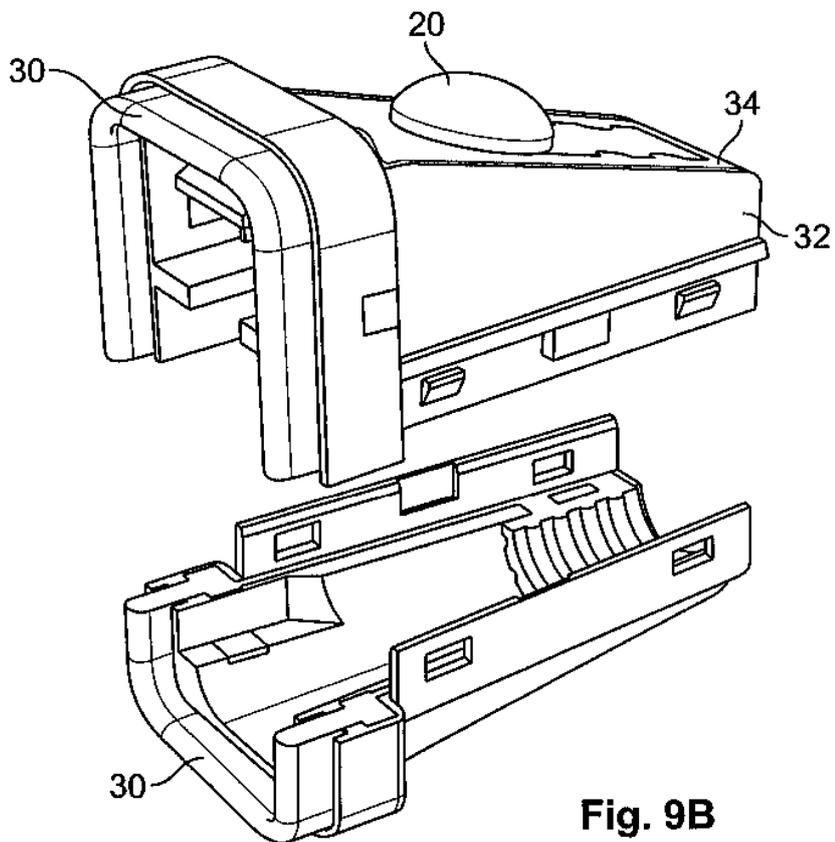
**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9A**



**Fig. 9B**

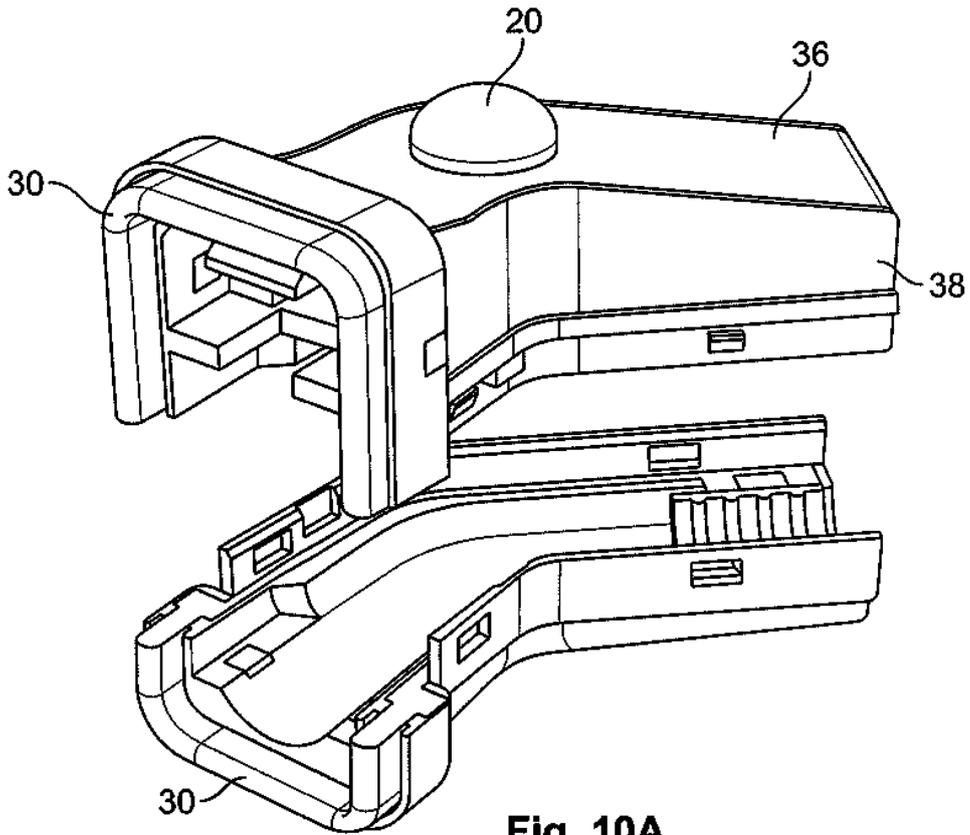


Fig. 10A

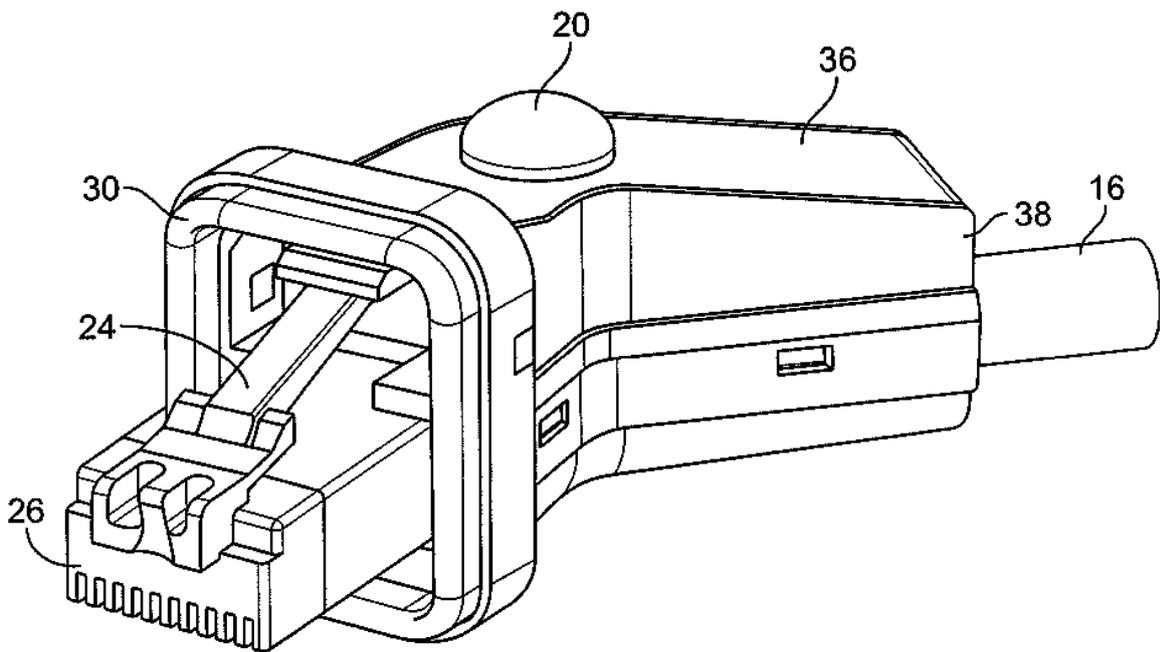


Fig. 10B