

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 989**

51 Int. Cl.:  
**C08K 3/04** (2006.01)  
**C08K 3/36** (2006.01)  
**C08K 7/00** (2006.01)  
**F16C 33/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04025535 .8**  
96 Fecha de presentación: **27.10.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1652877**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.05.2006**

54 Título: **Cuerpo de material deslizante resistente al desgaste de grafito y aglutinante de resina sintética**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.04.2012**

73 Titular/es:  
**SGL CARBON SE**  
**RHEINGAUSTRASSE 182**  
**65203 WIESBADEN, DE**

72 Inventor/es:  
**Woizenko, Adi y**  
**Metzinger, Thomas**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

ES 2 378 989 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

Cuerpo de material deslizando resistente al desgaste de grafito y aglutinante de resina sintética

La invención se refiere a cuerpos de material deslizando de grafito y aglutinante de resina sintética con propiedades de desgaste mejoradas.

5 Los cuerpos de material deslizando se usan sobre todo allí donde al menos dos piezas de máquinas o aparatos se tocan con una cierta fuerza de presión y se mueven una con respecto a la otra, con el objetivo técnico de alcanzar una resistencia al rozamiento lo más baja posible. En caso de tales movimientos, el desgaste que se produce en la superficie de rozamiento así como el calor de rozamiento allí desarrollado debe alcanzar un mínimo. Donde está garantizada una lubricación suficiente de las piezas que se mueven una con respecto a la otra, la elección de materiales adecuado para las partes que se deslizan una en otra no crea ninguna dificultad. Sin embargo hay también aplicaciones en las que debe trabajarse completamente sin lubricación y existe la marcha en seco. Ejemplos de aplicaciones de este tipo son válvulas compuertas de aislamiento o válvulas de placa giratoria en bombas y compresores. Para estos casos de aplicación se usan cuerpos de material deslizando que contienen las sustancias con un poder lubricante propio tales como grafito o sulfuro de molibdeno. Sin embargo, el poder lubricante de la mayor parte de estos lubricantes secos es suficiente en medida satisfactoria sólo en cuanto que pueda construirse aún una película de humedad delgada que se basa por ejemplo en el contenido de humedad de la atmósfera circundante. Cuando como en el caso de trabajar en aire muy seco, en medios secados fuertemente, a vacío, en grandes alturas o a altas temperaturas ya no se da esto tampoco, las sustancias mencionadas anteriormente que presentan acción lubricante propia tampoco ya satisfacen los requisitos y se requieren otras medidas.

Por el estado de la técnica es conocido impregnar cuerpos de material deslizando en estos casos porosos con resinas sintéticas tales como resinas fenólicas o de furano, polietileno, poliésteres, resinas de poliacrilato, polímeros orgánicos perfluorados o fluorados parcialmente o también con compuestos inorgánicos tales como sales o vidrios. Véase por ejemplo Robert Paxton "Manufactured Carbon: A Self-Lubricating Material for Mechanical Devices", CRC Press Inc., Florida 1979. De los compuestos inorgánicos se usan fosfatos y compuestos de boro preferentemente. Además de la fabricación costosa se muestra, sin embargo, también la gran predisposición a la rotura de manera comparativa de estos componentes cerámicos como un inconveniente esencial con respecto al uso como válvulas compuertas de aislamiento o válvulas de placa giratoria en bombas y compresores. Debido a estos inconvenientes se ha intentado desarrollar materiales deslizantes poco frágiles que puedan fabricarse de manera más económica. El resultado fueron cuerpos de material deslizando rellenos con carbono o grafito, unidos a resinas sintéticas, que si bien pueden fabricarse esencialmente de manera poco costosa y son considerablemente menos propensos a la rotura, sin embargo no corresponde a los cuerpos de material deslizando con respecto a sus propiedades de funcionamiento y desgaste.

En el documento EP 915129 se dio a conocer un cuerpo de material deslizando relleno con carbono, unido a resina sintética que presenta un desgaste reducido mediante la adición de fosfato de Zn. La adición de compuestos higroscópicos, tales como por ejemplo de fosfatos, conlleva sin embargo también en caso de la fabricación de cuerpos de material deslizando unidos a resina sintética diversas complicaciones que pueden resolverse de manera técnica de producción sólo con alto coste. Además resulta prohibitivo por sí los costes de los compuestos químicos añadidos para una aplicación comercial de la invención dada a conocer. Además ya no se proporciona en su totalidad la mejora obtenida mediante la adición de fosfato de Zn de la característica de desgaste especialmente en caso de requerimientos más altos con respecto a la velocidad circunferencial y la presión.

La vida útil de una válvula compuerta de aislamiento lo determinan principalmente el desgaste por erosión y el desgaste radial. Con el desgaste radial (desgaste lateral) disminuye la anchura de la válvula compuerta de aislamiento. El desgaste por erosión (desgaste de espesor) designa el desgaste que conduce a la disminución del espesor de la válvula compuerta de aislamiento. Mediante el desgaste axial disminuye la altura de la válvula compuerta de aislamiento (desgaste de altura). Sin embargo, por regla general este efecto se produce sólo en medida reducida durante la introducción de la bomba.

La invención en la que se basa esta solicitud de patente tenía, por tanto, el objetivo de mejorar las propiedades de deslizamiento y desgaste de cuerpos de material deslizando que contienen material de relleno de carbono, unidos a resina sintética con respecto al desgaste de espesor y desgaste de lateral e indicar procedimientos según los que pueden fabricarse los cuerpos de material deslizando mejorados con coste reducido, especialmente sin la adición de compuestos higroscópicos, tales como por ejemplo fosfatos.

Sorprendentemente pudo encontrarse que una combinación de materiales de relleno de un componente a base de grafito natural y al menos otro componente a base de grafito sintético genera las características de producto deseadas. El componente a base de grafito natural proporciona un desgaste lateral reducido, mientras que el al menos un componente a base de grafito sintético reduce el desgaste de espesor. La primera parte del objetivo se alcanza con las características de la parte caracterizada de la reivindicación 1, y la segunda parte del objetivo se alcanza con las características de la parte caracterizada de la reivindicación 5. Un cuerpo de material deslizando según la invención, constituido por grafito y aglutinante de resina sintética está caracterizado porque el material de

relleno de grafito se compone de un componente a base de grafito natural y al menos otro componente preparado sintéticamente.

5 El componente de material de relleno a base de grafito natural está constituido por grafito natural purificado, grafito natural expandido o película de grafito procesada y está contenido en el cuerpo de material deslizante en del 20 al 40 por ciento en peso, mientras que para el componente de material de relleno a base de grafito sintético una de las siguientes sustancias está contenida en el cuerpo de material deslizante en del 20 al 50 por ciento en peso: electrografito, coque de petróleo, coque de brea de alquitrán de hulla o coque de hollín, en el que las tres sustancias mencionadas en último lugar se usan en forma grafitada. En los casos que un cuerpo de material deslizante según la invención está constituido por un número impar de capas, las dos capas exteriores contienen preferentemente el al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético.

10 Según una forma de realización preferida de esta invención se usan simultáneamente dos componentes basados en grafito sintético. A este respecto se trata de electrografito y coque de hollín grafitado, que junto al componente de grafito natural están contenidos en cada caso en del 15 al 30 por ciento en peso en el cuerpo de material deslizante. La característica común de todos los componentes de material de relleno de grafito es que se encuentran en grano fino a en forma de polvo, es decir que su grano máximo no se encuentra por encima de 3 mm. Las fracciones de grano individuales de una formulación pueden tener, sin embargo, una finura y distribución de grano respectivamente distintas y adaptadas a determinados fines. Junto a los materiales de relleno de grafito puede añadirse un material de relleno de carbono que mejora sobre todo las propiedades mecánicas del cuerpo de material deslizante. A esto pertenecen hollín, microperlas de mesocarbono, nanotubos y fullerenos.

15 Además de o adicionalmente a un material de relleno de carbono, el cuerpo puede contener aún otros materiales de relleno en sí conocidos por el experto, que influyen en las propiedades de funcionamiento del cuerpo de material deslizante tales como por ejemplo dióxido de silicio, carburo de silicio, óxido de aluminio, talco, óxido de magnesio. Estas sustancias presentan o bien por sí mismas una cierta capacidad de deslizamiento o bien actúan de manera abrasiva en medida limitada y sirven en caso de funcionamiento de los cuerpos de material deslizante para la limpieza de las superficies de rodadura de películas no deseadas que se han formado a partir de la abrasión material de los materiales convencionales, dado el caso en interacción con sustancias absorbidas de la atmósfera circundante.

20 Todos los materiales de relleno, concretamente materiales de relleno de grafito, materiales de relleno de carbono y materiales de relleno no constituidos por carbono, están revestidos con un aglutinante de resina en sus superficies en el cuerpo de material deslizante y el aglutinante de resina forma también la matriz que rellena esencialmente sin poros los espacios entre granos en el cuerpo de material deslizante. La temperatura de uso máxima de los cuerpos de material deslizante según la invención se determina, por consiguiente, mediante la temperatura límite de uso superior para las resinas usadas. Como aglutinante se usan preferentemente resinas sintéticas tales como por ejemplo resinas fenólicas, de furano, epoxídicas, de poliéster, de éster de cianato, o también termoplásticos con una temperatura de transición vítrea alta que eventualmente tienen también una cierta acción deslizante (poliimidas, fluoropolímeros tales como PVDF, poli(sulfuro de fenileno)). Para las aplicaciones de los cuerpos de material deslizante en condiciones de funcionamiento normales se usan preferentemente resinas fenólicas y/o de furano debido a su razón precio-rendimiento favorable. Se prefieren especialmente resinas fenólicas del tipo novolaca, a las que se añaden para el endurecimiento sustancias que disocian formaldehído tales como por ejemplo hexametilentetramina. El uso de resinas naturales o resinas naturales modificadas como aglutinante es posible, sin embargo las resinas sintéticas pueden adaptarse mejor a los respectivos requerimientos y se usan por tanto predominantemente. El porcentaje de resina aglutinante en el cuerpo de material deslizante se encuentra preferentemente en el intervalo del 20 al 40 por ciento en peso. En el caso más sencillo, un cuerpo de material deslizante según la invención está constituido por, en cada caso, una capa que contiene un componente de material de relleno a base de grafito natural y una capa que contiene al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético. En los casos que un cuerpo de material deslizante según la invención esté constituido por un número impar de capas, las dos capas exteriores contienen preferentemente el al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético. En el caso de un número de capas par, la válvula compuerta de aislamiento debe colocarse en la ranura del rotor, de modo que la capa que contiene el al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético está dispuesta en el lado opuesto de la dirección de giro del rotor. El espesor de las capas individuales así como su composición están adaptados uno al otro, de modo que se evita una dilatación longitudinal distinta de las capas individuales con la aportación de calor. La fabricación de cuerpos de material deslizante según la invención se realiza mediante mezclado de los componentes de material seco con la resina aglutinante, preparación de un polvo o granulado adecuado para un moldeado del material mezclado, lo que se realiza preferentemente mediante trituración y clasificación, moldeado mediante prensado en caliente en prensas para estampar o isostáticas, extrusión por medio de, por ejemplo, prensado por extrusión, moldeado por transferencia o moldeado por inyección, eventualmente seguido de recocido de los cuerpos moldeados obtenidos para endurecer completamente la resina aglutinante. A esto puede seguirle un dimensionamiento mecánico. La realización de estos procesos de procedimiento generales puede realizarse esencialmente según dos variantes. En caso de trabajar según la primera variante se mezclan entre sí los componentes de material de relleno constituidos por grafito, eventualmente un material de relleno de carbono y al menos un material de relleno no constituido por carbono sin la adición de un aglutinante hasta alcanzar una distribución uniforme de los componentes, después la mezcla de material seco se mezcla con un aglutinante de resina sintética y entonces el material mezclado así obtenido se

5 procesa según uno de los modos de procedimiento descritos anteriormente o a continuación para dar un cuerpo moldeado. En caso de trabajar según la segunda variante se mezclan entre sí los componentes de material de relleno constituidos por grafito, eventualmente un material de relleno de carbono y al menos un material de relleno no constituido por carbono y un aglutinante de resina sintética según la formulación predeterminada hasta alcanzar una distribución uniforme de los componentes y entonces el material mezclado así obtenido se procesa según uno de los modos de procedimiento descritos anteriormente o a continuación con la ayuda de un dispositivo de moldeo para dar un cuerpo moldeado. Para fabricar según la invención un cuerpo de material deslizante estratificado se varían las dos variantes de procedimiento, mezclándose respectivamente sólo el componente de grafito natural o el al menos un componente de grafito sintético con los otros componentes de la formulación.

10 Como componentes para la composición de las mezclas, concretamente componentes de material de relleno constituidos por grafito, los materiales de relleno adicionales que van a añadirse eventualmente y los respectivos aglutinantes de resina, se usan en el procedimiento para fabricar cuerpos de material deslizante las sustancias expuestas anteriormente en la descripción de la composición de los cuerpos de material deslizante según las respectivas especificaciones de formulación y con la adaptación a los respectivos requerimientos de aplicación.

15 En la realización del procedimiento puede añadirse la resina aglutinante a los componentes sólidos o bien en forma de polvo o en forma pastosa, líquida, disuelta o en forma de una suspensión y entonces se procesa posteriormente junto con las proporciones de componentes sólidos. La resina aglutinante puede mezclarse con los componentes de material seco además de a temperatura ambiente también a una temperatura que se encuentra por encima del intervalo de fusión o de la temperatura de transición vítrea de la resina usada respectivamente o de la mezcla de resinas usada respectivamente.

A continuación se describen algunas variantes de procedimiento preferidas para la fabricación de cuerpos de material deslizante según la invención.

25 Según una primera variante preferida pueden mezclarse los componentes de material seco, o sea los componentes de material de relleno constituidos por grafito y los materiales de relleno adicionales que van a añadirse eventualmente, y la resina aglutinante en forma de polvo en una primera etapa de procedimiento en una mezcladora hasta alcanzar una distribución uniforme de los componentes. Entonces se mezcla el material mezclado en una unidad de mezclado calentada, que tiene una alta acción amasadora, por ejemplo una mezcladora de rodillos o calandra, a una temperatura que se encuentra por encima del intervalo de ablandamiento de la resina aglutinante y a este respecto se funde la resina aglutinante. El material mezclado caliente se descarga en forma de una tira o una hoja y tras el enfriamiento se rompe y se muele. Lo último puede realizarse por ejemplo en un molino de clavijas o un molino de discos dentados. La unidad de molienda se ajusta para ello de modo que en caso de trituración y tamizado posterior se obtiene un material molido y tamizado con la siguiente composición de grano: del 40 % al 60 % de 1 mm a 2 mm, hasta el 30 % mayor de 2 mm y hasta el 30 % mayor de 600 µm a 1 mm. La proporción de partículas finas inferior o igual a 600 µm se separa con el tamizado y se alimenta de nuevo al procedimiento de amasado. Este material molido se prensa mediante prensado en caliente, moldeo por inyección o moldeo por transferencia para dar cuerpos moldeados. Los cuerpos moldeados así obtenidos se someten a recocido entonces a temperaturas de 160 °C a 250 °C para reticular el aglutinante, para obtener o bien cuerpos de material deslizante según la invención o bien cuerpos de producto previos a partir de los cuales pueden fabricarse cuerpos de material deslizante mediante procesamiento mecánico.

40 El material molido obtenido tras la etapa de trituración puede triturarse posteriormente según una subvariante del procedimiento mediante molienda hasta que se alcanza una fineza de d50 % de aproximadamente 40 µm o se genera tras la molienda una fracción de grano con esta fineza mediante clasificación. Esta fracción de grano fina se prensa entonces para dar cuerpos moldeados en una prensa para estampar con una matriz que puede calentarse o una prensa isostática adecuada para el prensado en caliente con un programa de temperatura tal, con el que el aglutinante de resina funde en primer lugar, sin embargo entonces se endurece. Preferentemente se trabaja en este caso a temperaturas de 160 °C a 200 °C. En caso necesario, los cuerpos moldeados así obtenidos deben someterse a recocido aún tras el desmoldeo para el endurecimiento completo de la resina aglutinante. Según otra variante se añaden a las sustancias de partida mezcladas en una mezcladora según la formulación, concretamente los componentes de material de relleno constituidos por grafito, los materiales de relleno adicionales que van a añadirse eventualmente y la resina aglutinante, con respecto a la totalidad de los componentes dispuestos, del 5 al 20 por ciento en peso de un disolvente que puede disolver al aglutinante de resina. En caso de uso de resinas fenólicas se usan para ello de manera preferente aproximadamente el 10 % en peso de etanol. La mezcla entonces se mezcla en primer lugar hasta alcanzar suficiente homogeneidad, eventualmente con calentamiento ligero. A este respecto se reviste la superficie accesible a los líquidos de todas las partes sólidas con una capa delgada de la disolución de resina de aglutinante. Entonces se evapora el disolvente con mezclado adicional mediante un aumento de la temperatura en el material mezclado hasta que la mezcla se rompe y se encuentra como masa de maciza a granulada. Tras la descarga de la mezcladora se clasifica la masa, eventualmente tras una etapa de triturado. Preferentemente se procesan las proporciones con tamaño de grano superior a 0,6 mm mediante moldeo por inyección o moldeo por transferencia y las proporciones de partículas finas que quedan mediante prensado en caliente para dar cuerpos moldeados que, para llegar a cuerpos de material deslizantes acabados, deben someterse a recocido eventualmente aún para la reticulación final de la resina aglutinante.

Según otra variante preferida del procedimiento se mezclan todos los componentes de mezcla, incluyendo el aglutinante finamente pulverizado, en una mezcladora hasta obtener una uniformidad completa de la mezcla. Tras la descarga se prensa el polvo a temperatura ambiente en la matriz de una prensa para estampar o en otro dispositivo de prensado adecuado a menos de 1000 kPa para dar una pieza moldeada previamente.

5 Estas piezas moldeadas previamente se transfieren entonces al molde de prensado que puede calentarse de una prensa para estampar o al recipiente de moldeo de una prensa isostática calentada y allí se prensa a una temperatura, a la que la resina aglutinante se encuentra líquida, para dar un cuerpo moldeado. Entonces, los cuerpos moldeados obtenidos eventualmente deben someterse a recocido para la reticulación completa del aglutinante de resina aún a temperaturas de 130 °C a 250 °C.

10 Una variación de este procedimiento para fabricar cuerpos de material deslizante estratificados consiste en que en la primera etapa sólo se mezclan o bien un componente de material de relleno a base de grafito natural o bien al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético así como otros componentes de mezcla, incluyendo el aglutinante finamente pulverizado. Para fabricar un cuerpo de material deslizante estratificado se prensan a continuación las piezas moldeadas previamente, que contienen sólo o bien un componente de material de relleno a base de grafito natural o bien al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético, a temperatura ambiente de manera separada una de la otra. Estas piezas moldeadas previamente se apilan una sobre otra horizontalmente de manera alterna, conteniendo preferentemente las dos capas exteriores, en caso de número impar de capas, el componente de material de relleno a base de grafito sintético. Este apilamiento se transfiere entonces al molde de prensado que puede calentarse de una prensa para estampar o al recipiente de moldeo de una prensa isostática calentada y allí se prensa para dar un cuerpo moldeado a una temperatura a la que la resina aglutinante se encuentra líquida, y finalmente se somete a recocido en caso necesario.

15 Los cuerpos de material deslizante estratificados también pueden fabricarse rellenando con las mezclas, que contienen sólo o bien un componente de material de relleno a base de grafito natural o bien al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético así como otros componentes de mezcla, alternativamente la matriz de una prensa para estampar u otro dispositivo de prensado adecuado a temperatura ambiente, conteniendo preferentemente las dos capas exteriores, en caso de número impar de capas, el al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético y a partir de estas capas a continuación se prensa una pieza prensada previamente estratificada.

20 Esta pieza prensada previamente se transfiere entonces al molde de prensado que puede calentarse de una prensa para estampar o al recipiente de moldeo de una prensa isostática calentada y allí se prensa para dar un cuerpo moldeado a una temperatura a la que la resina aglutinante se encuentra líquida, y finalmente se somete a recocido en caso necesario.

25 En otra variante para fabricar cuerpos de material deslizante estratificados se rellenan con las mezclas, que contienen sólo o bien un componente de material de relleno a base de grafito natural o bien al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético así como otros componentes de mezcla, alternativamente la matriz de una prensa para estampar u otro dispositivo de prensado adecuado a temperatura ambiente y se prensa inmediatamente la capa rellena, conteniendo preferentemente las dos capas exteriores, en caso de número impar de capas, el al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético.

30 Las piezas prensadas previamente estratificadas así fabricadas se transfieren entonces al molde de prensado que puede calentarse de una prensa para estampar o al recipiente de moldeo de una prensa isostática calentada y allí se prensan para dar cuerpos moldeados a una temperatura a la que la resina aglutinante se encuentra líquida, y a continuación éstos se someten a recocido en caso necesario.

35 Según otra variante para fabricar cuerpos de material deslizante estratificados se extruyen las mezclas, que contienen sólo o bien un componente de material de relleno a base de grafito natural o bien al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético así como otros componentes de mezcla, de manera separada una de la otra a una temperatura que se encuentra por encima del intervalo de ablandamiento de la resina aglutinante, para dar tiras. A partir de estas tiras se cortan piezas moldeadas previamente que se apilan a continuación en un molde de prensado que puede calentarse de una prensa para estampar o en el recipiente de moldeo de una prensa isostática calentada horizontalmente una sobre otra de manera alterna, conteniendo preferentemente las dos piezas exteriores, en caso de número impar de capas, el componente de material de relleno a base de grafito sintético. A continuación se prensa el apilamiento así obtenido allí a una temperatura a la que la resina aglutinante se encuentra líquida, para dar un cuerpo moldeado y finalmente se somete a recocido en caso necesario.

A continuación se explica adicionalmente la invención por medio de ejemplos de realización:

55 **Ejemplo 1**

Se mezclaron de manera intensa en una mezcladora de reja de arado 32 partes en peso de grafito natural de un tamaño de grano d50 % = 19 µm, respectivamente 16 partes en peso de electrografito de un tamaño de grano d50 % = 24 µm así como coque de hollín grafitado de un tamaño de grano d50 % = 18 µm y como aglutinante 36 partes

5 en peso de una mezcla de fenol-novolaca/hexametilentetramina (proporción de hexametilentetramina: 11 % en peso) de un tamaño de grano del 10 % >45  $\mu\text{m}$  en una cantidad de 15 kg en total. El material seco homogeneizado de esta manera se prensó entonces a temperatura ambiente en una prensa para estampar en una matriz (fabricante Bussmann, tipo HPK 60) con una presión de 18 MPa para dar una pieza moldeada previamente con las dimensiones  
 10  $150 \times 200 \times 12 \text{ mm}^3$ . Tras la extracción de la prensa para estampar se transfirió la pieza moldeada previamente así fabricada a un molde de una prensa con calor correspondiente a las dimensiones externas del cuerpo y allí se prensó de nuevo durante 15 minutos a una temperatura de 180 °C bajo una presión de 20 MPa. Con este procedimiento se fundió el aglutinante y se endureció ampliamente. Tras la extracción de la prensa con calor se transfirió el cuerpo a un horno de recocido y allí se trató posteriormente para el endurecimiento posterior del  
 15 aglutinante durante 38 horas a 180 °C. Tras extraer el cuerpo del horno y enfriar se fabricaron a partir del cuerpo, según procedimientos de procesamiento mecánicos conocidos, válvulas compuertas de aislamiento de las dimensiones  $95 \times 43 \times 4 \text{ mm}^3$ .

### Ejemplo 2

15 Se mezclaron de manera intensa en una mezcladora de reja de arado, de manera separada una de otra, dos mezclas de grafito con respectivamente 36 partes en peso de una mezcla de fenol-novolaca/hexametilentetramina (proporción de hexametilentetramina: 11 % en peso) de un tamaño de grano del 10 % >45  $\mu\text{m}$  en una cantidad de en  
 20 cada caso 15 kg. Una mezcla contenía 64 partes en peso de grafito natural de un tamaño de grano  $d_{50} \% = 19 \mu\text{m}$ , mientras que la otra mezcla contenía respectivamente 32 partes en peso de electrografito de un tamaño de grano  $d_{50} \% = 24 \mu\text{m}$  así como coque de hollín grafitado de un tamaño de grano  $d_{50} \% = 18 \mu\text{m}$ . Las mezclas de material  
 25 seco homogeneizadas se prensaron entonces de manera separada una de la otra a temperatura ambiente en una prensa para estampar en una matriz (fabricante Bussmann, tipo HPK 60) con una presión de 18 MPa para dar piezas moldeadas previamente con las dimensiones  $150 \times 200 \times 5 \text{ mm}^3$ . Tras la extracción del molde de prensado se introdujo en primer lugar una pieza moldeada previamente, que contenía los componentes de material de relleno  
 30 basados en grafito sintético, en un molde de una prensa con calor correspondiente a las dimensiones externas del cuerpo. Entonces se apiló una pieza moldeada previamente, que contenía el componente de material de relleno a base de grafito natural, seguido de otra pieza moldeada previamente que contenía los componentes de material de relleno basados en grafito sintético. Este apilamiento de tres piezas moldeadas previamente se prensó durante 20 minutos en la prensa con calor a una temperatura de 180 °C con una presión de 20 MPa. Con este procedimiento se fundió el aglutinante y se endureció ampliamente. Tras la extracción de la prensa con calor se transfirió el cuerpo  
 35 moldeado a un horno de recocido y allí se trató posteriormente para endurecer posteriormente el aglutinante durante 38 horas a 180 °C. Tras extraer el cuerpo del horno y enfriar se fabricaron a partir del cuerpo, según procedimientos de procesamiento mecánicos conocidos, válvulas compuertas de aislamiento de las dimensiones  $95 \times 43 \times 4 \text{ mm}^3$ .

### Ejemplo comparativo 1

35 Para comparar se mezclaron 64 partes en peso de grafito natural de un tamaño de grano  $d_{50} \% = 19 \mu\text{m}$  con 36 partes en peso de una mezcla de fenol-novolaca/hexametilentetramina (proporción de hexametilentetramina: 11 % en peso) y, tal como se describe en el ejemplo 1, a partir de esto se fabricaron válvulas compuertas de aislamiento de las dimensiones  $95 \times 43 \times 4 \text{ mm}^3$ .

### Ejemplo comparativo 2

40 Para comparar se mezclaron 64 partes en peso de grafito sintético con una proporción de en cada caso 32 partes en peso de electrografito de un tamaño de grano  $d_{50} \% = 24 \mu\text{m}$  así como coque de hollín grafitado de un tamaño de grano  $d_{50} \% = 18 \mu\text{m}$  con 36 partes en peso de una mezcla de fenol-novolaca/hexametilentetramina (proporción de hexametilentetramina: 11 % en peso) y, tal como se describe en el ejemplo 1, a partir de esto se fabricaron válvulas  
 45 compuertas de aislamiento de las dimensiones  $95 \times 43 \times 4 \text{ mm}^3$ .

### Ejemplo comparativo 3

45 Se mezclaron, de manera análoga al ejemplo comparativo 1, 57 partes en peso grafito natural de un tamaño de grano  $d_{50} \% = 19 \mu\text{m}$  con 7 partes en peso de fosfato de zinc con un tamaño de grano  $d_{50} \% = 7 \mu\text{m}$  así como 36 partes en peso de una mezcla de fenol-novolaca/hexametilentetramina (proporción de hexametilentetramina: 11 % en peso) y a partir de esto se fabricaron válvulas compuertas de aislamiento de las dimensiones  $95 \times 43 \times 4 \text{ mm}^3$ .

### Ejemplo comparativo 4

50 Se mezclaron, de manera análoga al ejemplo comparativo 2, 57 partes en peso de grafito sintético con una proporción de en cada caso 28,5 partes en peso de electrografito de un tamaño de grano  $d_{50} \% = 24 \mu\text{m}$  así como coque de hollín grafitado de un tamaño de grano  $d_{50} \% = 18 \mu\text{m}$  con 7 partes en peso de fosfato de zinc con un tamaño de grano  $d_{50} \% = 7 \mu\text{m}$  así como con 36 partes en peso de una mezcla de fenol-novolaca/hexametilentetramina (proporción de hexametilentetramina: 11 % en peso) y a partir de esto se fabricaron  
 55 válvulas compuertas de aislamiento de las dimensiones  $95 \times 43 \times 4 \text{ mm}^3$ .

Las válvulas compuertas de aislamiento así obtenidas se sometieron a prueba en aire seco en un compresor multicelular de la empresa "Gebrüder Becker", tipo 4.40. Las máquinas se cargaron con 80 kPa (sobrepresión). La velocidad circunferencial ascendía a 14 m/s. La carga con sobrepresión solicitó válvulas compuertas de aislamiento de manera más fuerte que una carga con vacío parcial y por consiguiente es más significativo que este último. Los valores de medición obtenidos a este respecto están resumidos en la tabla 1:

5

Tabla 1

	Desgaste lateral $\mu\text{m}/100\text{h}$	Desgaste de espesor $\mu\text{m}/100\text{h}$
Ejemplo 1	271	13,1
Ejemplo 2	257	12,5
Ejemplo comparativo 1	289	21,9
Ejemplo comparativo 2	1535	7,0
Ejemplo comparativo 3	290	19,4
Ejemplo comparativo 4	1540	6,9

La comparación de los valores de medición reproducidos en la tabla 1 muestra claramente que las válvulas compuertas de aislamiento según la invención presentan propiedades de desgaste mejoradas. Éstas están lo más acentuadas en caso de las válvulas compuertas de aislamiento según la invención, tal como se construyeron por capas en el ejemplo 2. Mediante la tabla 1 se distingue también claramente que las mejoras en caso de desgaste lateral se atribuye sobre todo al componente de material de relleno a base de grafito natural, mientras que el desgaste de espesor se consigue mediante el componente de material de relleno a base de grafito sintético. A este respecto se consigue sorprendentemente en caso de las válvulas compuertas de aislamiento según la invención un desgaste lateral que incluso se encuentra aún por debajo del de las válvulas compuertas de aislamiento según el ejemplo comparativo 1, que contienen exclusivamente el componente de material de relleno a base de grafito natural. Además, la comparación de los ejemplos comparativos 1 y 2 con los ejemplos comparativos 3 y 4 muestra que mediante la adición de fosfato de zinc se consigue sólo una mejora irrelevante de las propiedades de desgaste de las válvulas compuertas de aislamiento convencionales.

10

15

20

La solución inventiva tiene las siguientes ventajas:

Se proporcionan cuerpos de material deslizante para la aplicación en condiciones de marcha en seco con propiedades de desgaste considerablemente mejoradas. Los cuerpos de material deslizante pueden fabricarse sin la adición de compuestos higroscópicos, tales como por ejemplo fosfatos. Los cuerpos de material deslizante según la invención pueden fabricarse por medio de distintos procedimientos de producción conocidos. El moldeo es también posible mediante moldeo por inyección y moldeo por transferencia.

25

## REIVINDICACIONES

1. Cuerpo de material deslizante constituido por grafito y aglutinante de resina sintética, **caracterizado porque** se compone del 20 al 40 por ciento en peso de un componente a base de grafito natural del grupo de grafito natural purificado, de grafito natural expandido o película de grafito procesada y del 20 al 50 por ciento en peso de al menos otro componente a base de grafito sintético del grupo de electrografito, coque de petróleo en forma grafitada, coque de brea de alquitrán de hulla en forma grafitada, coque de hollín en forma grafitada, en el que no se añade ningún compuesto higroscópico, tal como por ejemplo fosfatos, y estando constituido por varias capas horizontales, que contienen alternativamente o bien un componente a base de grafito natural o bien al menos un componente a base de grafito sintético, en el que en caso de un número impar de capas las dos capas exteriores contienen preferentemente el al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético.
2. Cuerpo de material deslizante según la reivindicación 1, **caracterizado porque** contiene adicionalmente un material de relleno de carbono del grupo de hollín, micropérlas de mesocarbono; nanotubos, fullerenos en menos del 3 por ciento en peso.
3. Cuerpo de material deslizante según la reivindicación 1, **caracterizado porque** contiene adicionalmente al menos un material de relleno no constituido por carbono del grupo de dióxido de silicio, carburo de silicio, óxido de aluminio, talco, óxido de magnesio en menos del 3 por ciento en peso.
4. Cuerpo de material deslizante según una o varias de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** contiene al menos un aglutinante del grupo de resinas fenólicas, resinas de furano, resinas epoxídicas, resinas de poli(sulfuro de fenileno), resinas de éster de cianato en una proporción del 20 al 40 por ciento en peso.
5. Procedimiento para fabricar un cuerpo de material deslizante estratificado **caracterizado porque** se mezclan de manera separada uno del otro un componente de material de relleno a base de grafito natural así como al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético en forma de grano o polvo con al menos un aglutinante de resina sintética hasta alcanzar una distribución uniforme de los componentes, las mezclas así obtenidas en secuencia estratigráfica alterna se procesan por medio de un dispositivo de moldeo con temperatura elevada para dar un cuerpo moldeado, en el que en caso de un número impar de capas las dos capas exteriores contienen preferentemente el al menos un componente de material de relleno a base de grafito sintético.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** primero los componentes de material de relleno que contienen carbono se mezclan entre sí sin adición de un aglutinante hasta alcanzar una distribución uniforme y después la mezcla obtenida se mezcla con al menos un aglutinante de resina sintética.
7. Procedimiento según la reivindicación 5 y/ó 6, **caracterizado porque** el mezclado con el al menos un aglutinante se realiza a temperatura ambiente.
8. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado porque** el mezclado con el al menos un aglutinante se realiza a una temperatura que se encuentra por encima del intervalo de fusión de las resinas sintéticas usadas como aglutinante.
9. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado porque** el al menos un aglutinante se añade en forma de polvo.
10. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado porque** el aglutinante se añade en forma pastosa, líquida, disuelta o en suspensión.
11. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 5 a 10, **caracterizado porque** el material mezclado obtenido se tritura y se clasifica antes del moldeo.
12. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 5 a 11, **caracterizado porque** el material mezclado se procesa mediante moldeo por inyección o moldeo por transferencia para dar cuerpos moldeados.
13. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 5 a 11, **caracterizado porque** el material mezclado se prensa a temperatura ambiente en una prensa para estampar o prensa de doble banda a menos de 1000 kPa para obtener piezas prensadas previamente, que a continuación se procesan mediante prensado en caliente para dar cuerpos moldeados.
14. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 5 a 13, **caracterizado porque** el material mezclado o las piezas prensadas previamente fabricadas a partir del mismo según la reivindicación 13 se procesa para obtener cuerpos moldeados mediante prensado en caliente en un molde de prensado que puede calentarse de una prensa para estampar o en el recipiente de moldeo de una prensa isostática calentada a temperaturas que se encuentran por encima del intervalo de ablandamiento o de la temperatura de transición vítrea, y por debajo de la temperatura de descomposición de las resinas sintéticas usadas como aglutinante.
15. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 5 a 14, **caracterizado porque** se obtiene un cuerpo moldeado estratificado rellenando de manera alterna con las mezclas a base de grafito natural así como grafito



sintético respectivamente seguido inmediatamente del prensado de la capa recién rellenada.

16. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones **5 a 14**, **caracterizado porque** se obtiene un cuerpo moldeado estratificado rellenando de manera alterna en primer lugar con las mezclas a base de grafito natural así como grafito sintético seguido del prensado final de las capas rellenas.

5 17. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones **5 a 14**, **caracterizado porque** en primer lugar se producen piezas moldeadas previamente a partir de las mezclas a base de grafito natural así como grafito sintético de manera separada una de la otra según la reivindicación 13, que se apilan en secuencia estratigráfica alterna y se prensan según la reivindicación 14 para dar cuerpos moldeados.

10 18. Procedimiento según la reivindicación **17**, **caracterizado porque** las piezas moldeadas previamente se extruyen en forma de tiras y éstas se cortan a continuación en trozos adecuados.

19. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones **5 a 18**, **caracterizado porque** adicionalmente se añaden un material de relleno constituido por carbono del grupo de hollín, microperlas de mesocarbono, nanotubos, fullerenos y al menos un material no constituido por carbono del grupo de dióxido de silicio, carburo de silicio, óxido de aluminio, talco, óxido de magnesio.

15 20. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones **5 a 19**, **caracterizado porque** el cuerpo moldeado obtenido se somete a recocido.

21. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones **5 a 20**, **caracterizado porque** el cuerpo moldeado obtenido se procesa mediante fresado, seguido de torneado de precisión con diamante, rectificación de alta precisión, bruñido y/o pulido hasta el contorno final.