



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 272 951**

51 Int. Cl.:
F16D 69/02 (2006.01)
C22C 29/06 (2006.01)
C22C 32/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03708112 .2**
86 Fecha de presentación : **19.02.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1490606**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **29.12.2004**

54 Título: **Materiales compuestos de metal y cerámica para aplicaciones tribológicas, así como parejas definidas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de estos materiales.**

30 Prioridad: **05.03.2002 DE 102 09 476**
14.02.2003 DE 103 06 096

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **CeramTec AG.**
Innovative Ceramic Engineering
Fabrikstrasse 23-29
73207 Plochingen, DE

72 Inventor/es: **Meier, Gerd y**
Lenke, Ilka

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Materiales compuestos de metal y cerámica para aplicaciones tribológicas, así como parejas definidas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de estos materiales.

El invento se refiere a materiales compuestos de metal y cerámica para aplicaciones de rozamiento/deslizamiento, en cuyos casos, con el fin de garantizar o mejorar la función, los materiales o las combinaciones de materiales que se emplean presentan una alta conductividad térmica y/o generan un pequeño calor de rozamiento y/o tienen tendencia a un pequeño rozamiento adherente así como a parejas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de estos materiales.

Tanto en el caso de las parejas de deslizamiento como también en el de las parejas de rozamiento, el calor de rozamiento resultante debe ser evacuado rápidamente desde la zona de rozamiento/deslizamiento. Esto es necesario con el fin de conservar una película lubricante o garantizar unos valores constantes de rozamiento. En el caso de parejas de deslizamiento, especialmente en la zona de un rozamiento mixto o en el caso de una marcha en seco, se emplean de acuerdo con el estado de la técnica parejas de deslizamiento sobre la base de carburo de silicio contra carbón, tal como se describe por ejemplo en el manual de W. Tietze, Handbuch Dichtungspraxis [Manual de la práctica de estanqueidad], 2ª edición, editorial Vulkan, 2000.

La baja conductividad térmica del carbón, por ejemplo de 8 a 17 W/mK, correspondientemente a los valores característicos de materiales de la entidad Schunk Kohlenstofftechnik GmbH, Technologien in Kohlenstoff, Geschäftsbereich 1, Lager- und Dichtungstechnik, Werkstoffkennwerte, Standardwerkstoffe [Tecnologías en carbono, sector de negocios 1, tecnología de apoyos y de estanqueidad, valores característicos de materiales, materiales clásicos], Schunk, 30.14 (1997) pueden conducir a una apreciable elevación de la temperatura en la rendija. Una elevación de la temperatura de este tipo conduce a una carga térmica del sistema de agente aglutinante y de la impregnación, que puede provocar alteraciones de los materiales, que a su vez conducen a condiciones desfavorables de deslizamiento. Los perjuicios para las propiedades tribológicas pueden aparecer a pesar de la muy buena conductividad térmica del carburo de silicio de, por ejemplo, 80 a 130 W/mK.

Las elevaciones de la temperatura de los componentes de deslizamiento tienen influencia sobre el respectivo líquido en la rendija y conducen a unas condiciones modificadas de rozamiento/deslizamiento. Los productos en solución pueden separarse por cristalización a causa de la modificación de la temperatura, lo cual, después de la parada, conduce a un elevado momento de desprendimiento/puesta en marcha (arranque) y, en el caso más desfavorable, a la adhesión de la pareja de deslizamiento.

Esto puede aparecer en el caso de elementos de estanqueidad tanto giratorios como también en el de los que se mueven en traslación.

Unos valores mecánicos bajos tales como los de la resistencia a la tracción, la resistencia a la flexión y la dureza de un componente de deslizamiento, por ejemplo de carbón, con 30 a 80 MPa, limitan adicionalmente el campo de empleo de los elementos de

estanqueidad arriba mencionados. Los materiales de carga, en particular las impregnaciones, pueden ser atacados/as parcialmente. Unos medios químicamente agresivos provocan un hinchamiento de las impregnaciones y modifican de esta manera las condiciones tribológicas. Esta es una causa adicional, que puede conducir a una elevación de la temperatura en la rendija.

La temperatura y la presión modifican la geometría y por consiguiente el estado de diseño original de una pareja de deslizamiento, lo cual por regla general conduce a un empeoramiento de la función.

En la patente británica 1415507 se describe una junta de estanqueidad para motores y compresores, componiéndose el material de una mezcla, fundida en una llama de plasma, de un polvo de aluminio y un polvo de tierra arcillosa, que se inyecta sobre una superficie rotatoria. De esta manera, se genera una estructura especial del material en forma de plaquitas. Después de un subsiguiente desmenuzamiento del material solidificado, se prensa en caliente un cuerpo sinterizado a partir del polvo.

A partir de la patente de los EE.UU. 5.620.791 se conoce la producción de discos de freno a base de un material MMC. En una primera etapa, el aluminio en fusión se difunde como metal de matriz en un material de carga o relleno, por ejemplo carburo de silicio u óxido de aluminio, y se solidifica. En una segunda etapa, este material MMC se funde de nuevo y se dispersa en una masa fundida de un segundo material de matriz, conteniendo este material un material cerámico, un material CMC y un metal.

A partir del documento de patente PCT WO 99/11448 es conocido producir cuerpos moldeados según el procedimiento de colada centrífuga, añadiéndose, para el refuerzo del material, por ejemplo en una masa fundida de aluminio, partículas, plaquitas de cristales filiformes (whisker) o fibras cortas a base de un material duro, por ejemplo carburo de silicio, carburo de boro, carburo de titanio, nitruro de silicio, tierra arcillosa, grafito o composiciones de estas sustancias. Mediante la fuerza centrífuga se establece una distribución de las partículas en la masa fundida, que depende de la masa de estas partículas, y a continuación dentro del cuerpo solidificado en forma de un gradiente.

Es misión del presente invento proporcionar un favorable sistema de rozamiento/deslizamiento que se ajuste a los requisitos siguientes: propiedades constantes de rozamiento/deslizamiento, alta conductividad térmica, estabilidad de forma mediante un alto módulo E (de elasticidad) y alta resistencia mecánica.

La solución del problema planteado por esta misión se efectúa mediante una selección de materiales y parejas de materiales determinados/as, y es objeto de las reivindicaciones independientes 1, 3, 4. Formas preferidas de realización son objeto de las reivindicaciones dependientes 2 y 5-14.

A los materiales conformes al invento, con las propiedades solicitadas, pertenecen materiales compuestos de metal y cerámica, materiales de MKV (de Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe), que se componen de una o varias fases metálicas con una proporción de 30 a 75% en volumen y de uno o varios componentes inorgánicos no metálicos con una proporción de 25 a 70% en volumen. Como fases metálicas se prefieren aluminio y sus aleaciones. Los componen-

tes cerámicos no metálicos son materiales cerámicos, preferiblemente carburos de silicio, óxidos de aluminio, óxido de titanio y silicatos.

Uno de los preferidos materiales de MKV sobre la base de Al_2O_3 y Al tiene una composición de 40 a 60% en volumen de Al_2O_3 y de 60 a 40% en volumen de Al con una conductividad térmica de $> 50 \text{ W/mK}$, una resistencia a la flexión de por ejemplo 300 MPa así como un módulo E de por ejemplo 160 GPa.

Otro material de MKV preferido sobre la base de SiC y Al tiene una composición de 60 a 80% en volumen de SiC y de 40 a 20% en volumen de Al con una conductividad térmica de por ejemplo 180 W/mK, una resistencia a la flexión de por ejemplo 300 MPa así como un módulo E de por ejemplo 200 GPa.

Los materiales compuestos de metal y cerámica con una proporción de metal mayor que 50% en volumen, se denominan materiales compuestos de metal y matriz (MMC, de Metal-Matrix-Composite). Si la proporción de cerámica está situada por encima de 50% en volumen, al material se le denomina material compuesto de cerámica y matriz (CMC, de Ceramic-Matrix-Composite).

En las superficies funcionales elaboradas se consiguen unas calidades superficiales con unos valores de Ra menores que $1 \mu\text{m}$. Mediante procedimientos adaptados de tratamiento de materiales duros, éstos se pueden hacer variar sin embargo y por consiguiente se pueden optimizar, dependiendo de los componentes de sistemas tribológicos (tribocomponentes).

Mediante la elección de los materiales en el caso de materiales de MKV y mediante la calidad superficial, se reduce el desprendimiento de calor en el caso de las aplicaciones de rozamiento/deslizamiento. Adicionalmente, mediante la alta conductividad térmica de los materiales, el calor resultante en la rendija de estanqueidad es cedido rápidamente al entorno. La temperatura de la rendija de estanqueidad se disminuye de esta manera y se reducen esencialmente el craqueo, la cristalización y la formación de recubrimientos en la rendija de estanqueidad. El resultado son unos índices de rozamiento y unos valores de desgaste más favorables y más constantes.

La mejorada estabilidad de forma disminuye además la posibilidad de la marcha por bordes o aristas. Esto reduce las puntas de temperatura y conduce a unas películas líquidas más estables en la rendija de estanqueidad, lo cual a su vez reduce el rendimiento de rozamiento y el desprendimiento de calor.

En las denominadas parejas dura/blanda, la sustitución del componente más blando, por ejemplo carbón o un material sintético, por un material cerámico o un material compuesto, conduce a unas propiedades mecánicas mejoradas del sistema total y amplía de esta manera las posibilidades de empleo. Además, las condiciones tribológicas se mejoran mediante el recurso de que se evitan unos componentes de rozamiento que tienen tendencia al hinchamiento y/o se comportan críticamente frente a los ataques químicos. El diseño de la pareja se puede efectuar por consiguiente en unos límites de tolerancia más estrechos que en el caso de los materiales actuales.

En el caso de las denominadas parejas dura/dura, mediante el empleo de materiales de MKV se mejora la marcha en seco y respectivamente las propiedades de marcha de emergencia de las parejas tribológicas.

Mediante la reducción del desgaste se aumenta la duración de vida útil de las parejas de rozamiento y se

prolongan los intervalos de espera.

En el caso de la aplicación de los materiales y de las parejas de materiales conformes al invento resultan unas decisivas mejoras en el sector industrial, en particular en la industria del automóvil y los artículos de consumo.

Por lo general, las propiedades tribológicas de las parejas se pueden adaptar, por medio de un diseño deliberado del material, mediante una combinación seleccionada de cerámica y metal en la textura de atravesamiento, para las aplicaciones mencionadas seguidamente a modo de ejemplo.

Juntas de estanqueidad de anillo deslizante en bombas para agua de refrigeración, en particular las de MKV/carbón, MKV/ Al_2O_3 , MKV/SSiC, MKV/MKV, MKV/HM (metal duro de Hart Metall), MKV/ZTA ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$).

Juntas de estanqueidad de anillo deslizante en máquinas lavavajillas, en particular las de MKV/carbón, MKV/ Al_2O_3 , MKV/SSiC, MKV/MKV, MKV/HM, MKV/material sintético, eventualmente reforzado con fibras.

Juntas de estanqueidad de anillo deslizante en bombas para inyecciones directas de gasolina, en particular las de MKV/carbón, MKV/SSiC, MKV/ Al_2O_3 , MKV/MKV, MKV/HM, MKV/ZTA.

Juntas de estanqueidad de anillo deslizante en compresores para CO_2 , en particular las de MKV/SSiC, MKV/ Al_2O_3 , MKV/MKV, MKV/HM, MKV/ZTA.

Parejas definidas deslizante/rozamiento entre elementos de freno, apoyo, estanqueidad o propulsión, por ejemplo en ascensores, escaleras mecánicas, grúas, embragues del tipo de disco seco, en bombas y compresores en los casos de pistones y cilindros, discos basculantes, cojinetes radiales o cojinetes axiales, en el caso de cojinetes de cilindros de molienda y en el caso de componentes de deslizamiento para anillos de estanqueidad de ejes.

Mediante elección deliberada de los materiales de los componentes en la fricción para el respectivo caso de utilización, se establecen nuevos campos de aplicación, especialmente en sectores de empleo exentos de sustancias lubricantes, tales como p.ej. en la industria farmacéutica y cosmética y en la técnica alimentaria.

En particular allí donde, después de unos períodos de tiempo de parada, aparece el problema de la adhesión o la deposición en la rendija de estanqueidad con altos momentos de desprendimiento, se recomiendan los materiales conformes al invento como componentes de rozamiento, por ejemplo como discos de estanqueidad para grifería exprés, sanitaria e industrial o para válvulas de cierre.

Otros casos de aplicación son placas laterales en bombas de gasolina o auxiliares de dirección. En el caso de éstas, junto a una estabilidad frente al desgaste, se requiere en particular una alta retención de las dimensiones, lo cual se garantiza a causa de la baja contracción de las piezas componentes. Con ello aumenta el grado de acción (rendimiento) de las bombas, con lo cual se hace posible el empleo de formas de realización más pequeñas, más compactas y más ligeras.

Un posible empleo como rodillos o elementos de apoyo, p.ej. en motores de combustión, compresores o en el caso de válvulas de chapaleta para gases de escape.

El empleo en sistemas de accionamiento de válvu-

las, solicitados en alto grado, tal como se presentan en los motores de ciclo Diesel, constituye una alternativa a las actuales soluciones costosas.

Por regla general, los elementos deslizante se producen especialmente de acuerdo con los planos de

dibujos de los clientes y las especificaciones de los clientes. Dimensiones típicas para anillos deslizantes en grandes series son: diámetro externo: de 18 a 28 mm, diámetro interno: de 8 a 20 mm y altura: de 2 a 5 mm.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Materiales compuestos de metal y cerámica para aplicaciones de rozamiento/deslizamiento, **caracterizados** por las composiciones de base formadas por una o varias fases metálicas con una proporción de 30 a 75% en volumen, preferiblemente de aluminio y sus aleaciones, y por uno o varios componentes inorgánicos no metálicos con una proporción de 25 a 70% en volumen, como materiales cerámicos, preferiblemente óxidos de titanio, silicatos u óxidos de aluminio con una composición de 40 a 60% en volumen de Al_2O_3 , con una conductividad térmica mayor que 50 W/mK, una resistencia a la flexión de aproximadamente 300 MPa y un módulo de elasticidad de aproximadamente 160 GPa, o con una composición de 60 a 75 % en volumen de SiC, con una conductividad térmica de por lo menos 180 W/mK, una resistencia a la flexión de aproximadamente 300 MPa y un módulo de elasticidad de aproximadamente 200 GPa.

2. Materiales compuestos de metal y cerámica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque las superficies que están en contacto con un componente de rozamiento/deslizamiento tienen un valor de Ra menor que 1 μm .

3. Anillo deslizante, producido a partir de uno de los materiales compuestos de metal y cerámica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2.

4. Parejas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de los materiales compuestos de metal y cerámica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2 o de un anillo deslizante de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizadas** porque se presentan las siguientes parejas a base de un componente constituido por un material compuesto de metal y cerámica (MKV) y de un componente constituido por un MKV o carbón o Al_2O_3 o SSiC o un metal duro (HM) o un ZTA (Al_2O_3) y ZrO_2) o materiales sintéticos, eventualmente reforzados con fibras.

5. Parejas de deslizamiento/rozamiento como junta de estanqueidad de anillo deslizante en bombas para agua de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizadas** porque se presentan las siguientes parejas de materiales: MKV/carbón, MKV/ Al_2O_3 , MKV/SSiC, MKV/MKV, MKV/HM (metal duro), MKV/ZTA ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$).

6. Parejas de deslizamiento/rozamiento como junta de estanqueidad de anillo deslizante en máquinas lavavajillas de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizadas** porque se presentan las siguientes parejas de materiales: MKV/carbón, MKV/ Al_2O_3 , MKV/SSiC, MKV/MKV, MKV/HM, MKV/material

sintético, eventualmente reforzado con fibras.

7. Parejas de deslizamiento/rozamiento como junta de estanqueidad de anillo deslizante para inyecciones directas de gasolina de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizadas** porque se presentan las siguientes parejas de materiales: MKV/carbón, MKV/SSiC, MKV/ Al_2O_3 , MKV/MKV, MKV/HM, MKV/ZTA.

8. Parejas de deslizamiento/rozamiento como junta de estanqueidad de anillo deslizante en compresores para CO_2 de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizadas** porque se presentan las siguientes parejas de materiales: MKV/SSiC, MKV/ Al_2O_3 , MKV/MKV, MKV/HM, MKV/ZTA.

9. Parejas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de los materiales compuestos de metal y cerámica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2 entre elementos de freno, apoyo, estanqueidad o propulsión, por ejemplo en ascensores, escaleras mecánicas, grúas, embragues del tipo de disco seco, en bombas y compresores en los casos de pistones y cilindros, discos basculantes, cojinetes radiales o cojinetes axiales, en el caso de cojinetes de cilindros de molienda y en el caso de componentes de deslizamiento para anillos de estanqueidad de ejes.

10. Parejas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de los materiales compuestos de metal y cerámica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2 en sectores de empleo exentos de sustancias lubricantes, tal como en la industria farmacéutica y cosmética o en la técnica alimentaria.

11. Parejas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de los materiales compuestos de metal y cerámica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2 en grifería del sector sanitario o de la industria.

12. Parejas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de los materiales compuestos de metal y cerámica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2 en el caso de placas laterales en bombas de gasolina o auxiliares de dirección.

13. Parejas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de los materiales compuestos de metal y cerámica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2 en el caso de rodillos y/o elementos de apoyo en motores de combustión, compresores o en el caso de válvulas de chapaleta para gases de escape.

14. Parejas de deslizamiento/rozamiento sobre la base de los materiales compuestos de metal y cerámica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2 en el caso de sistemas de accionamiento de válvulas en motores de ciclo Diesel.