

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 480**

51 Int. Cl.:
F16D 69/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05026923 .2**
96 Fecha de presentación: **09.12.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1693591**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.08.2006**

54 Título: **FORRO DE FRICCIÓN.**

30 Prioridad:
09.02.2005 DE 102005005791

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2012

73 Titular/es:
Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG
Industriestrasse 1-3
91074 Herzogenaurach, DE

72 Inventor/es:
Schwuger, Josef

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 375 480 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

Forro de fricción.

Campo de la invención

- 5 La presente invención concierne a un forro de fricción y a un componente de sincronización para una transmisión. La invención concierne también a un procedimiento para fabricar un forro de fricción de esta clase y a un procedimiento para fabricar un componente de sincronización de esta clase

Antecedentes de la invención

- 10 En dispositivos de sincronización en los que unas superficies de fricción cuneiformes actúan una sobre otra se forma un emparejamiento de fricción entre dos superficies de fricción en contacto hechas de materiales de fricción por deslizamiento diferentes. Se puede tratar aquí, por ejemplo, de combinaciones de materiales especiales, tales como combinaciones de molibdeno/acero o de latón/acero o de material sinterizado/acero. Sin embargo, tales soluciones para emparejamientos de fricción están limitadas en cuanto a su capacidad. Particularmente a altas compresiones superficiales de 6 a 12 N/mm² o a altas velocidades de deslizamiento de 8-12 m/s o con una lubricación deficiente, tales materiales presentan considerables deficiencias funcionales y una vida útil limitada.

- 15 Se conoce por el documento EP 0 786 299 B1 un procedimiento para fabricar un anillo de sincronización con un componente anular y una capa de fricción formada sobre el componente anular. Como materiales adecuados para formar la capa de fricción se citan allí materiales sinterizables, tales como, por ejemplo, polvo de carbono, polvo de metal y polvo de resina artificial, y fibras sinterizables, tales como, por ejemplo, fibras de carbono. Los altos costes de fabricación se consideran como desventajosos en tales materiales.

- 20 El documento DE 3417813 C1 describe un cuerpo de fricción a base de un forro de fricción realizado por sinterización dispersa y una chapa portadora sobre la cual se ha sinterizado el forro de fricción y se le ha compactado allí por medio de un prensado único o múltiple del cuerpo de fricción. Como material de fricción se citan en este documento materiales inorgánicos metálicos y no metálicos. Este material de fricción tiene que pegarse sobre un soporte. En cuerpos de fricción fabricados de esta manera se tiene que partir de un desgaste relativamente alto.

Se conoce por el documento US 5,337,872 el recurso de aplicar un material cerámico para un anillo de sincronización sobre un soporte por medio de proyección a la llama de un material de fricción. Este material cerámico lleva mezclados aluminio, óxido de aluminio, hierro, cobre, magnesio u óxido de magnesio.

- 30 Se conoce por el documento DE 3122522 A1 un forro de fricción para un dispositivo de sincronización que se ha fabricado a base de óxido y/o siliciuro y/o boruro y/o carburo y/o nitruro y/o titanato.

- 35 El documento DD 278625 A1 describe una capa de fricción para embragues y frenos en máquinas, vehículos y barcos. Un material de partida para ésta es una aleación de CuSn con una proporción de Sn de 8-20%. Se agregan a esta aleación, como componentes de agarre, óxidos metálicos o polvos minerales, en solitario o en mezcla, en proporciones en volumen comprendidas entre 10 y 60%, y, como componente de deslizamiento, carbono y fluoruro de calcio en proporciones en volumen comprendidas entre 10 y 60%. El material de partida se presenta aquí en forma de polvo con los tamaños de grano de 160-500 µm para la aleación de CuSn, de 20-45 µm para el componente de agarre y de 2-45 µm para el componente de deslizamiento.

- 40 Se conoce por el documento DE 198 41 618 A1 un forro de sincronización térmicamente proyectado que contiene al menos 40% en peso de dióxido de titanio, teniendo el dióxido de titanio preferiblemente un tamaño de partículas de a lo sumo aproximadamente 5 µm.

El documento DE 27 44 725 A1 revela un revestimiento resistente al desgaste de piezas de maquinaria de forma de disco a base de aluminio o aleaciones de aluminio, especialmente aleaciones de aluminio portadoras de silicio o de magnesio.

- 45 El documento DE 38 02 488 A1 concierne a una cinta de freno de una sierra de cadena motorizada. Una capa de fricción de la cinta de freno puede estar formada por carburo o cerámica de óxido.

El documento EP 0 790 223 A revela un procedimiento para fabricar materiales compuestos de alúmina-aluminiuro empleando una fase rica en Al₂O₃. Los cuerpos moldeados fabricados con el procedimiento deberán poder emplearse, por ejemplo, como componentes resistentes al desgaste en la construcción de motores y turbinas.

Problema de la invención

- 50 El problema de la invención consiste en proporcionar un forro de fricción que pueda utilizarse en un componente de

sincronización de una transmisión.

Sumario de la invención

Este problema se resuelve por medio de un forro de fricción con las características de la reivindicación 1 y por medio de un componente de sincronización con las características de la reivindicación 11. El problema se resuelve también por medio de un procedimiento con las características de la reivindicación 12.

El forro de fricción según la invención consiste en una capa de cerámica de óxido o presenta una capa de cerámica de óxido, conteniendo esta capa de cerámica de óxido al menos 2% de dióxido de titanio (TiO_2) y al menos 3% de silicato de zirconio ($\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$) (datos siempre en porcentaje en peso).

En el forro de fricción o en la capa de cerámica de óxido están contenidos también óxido de aluminio (Al_2O_3) hasta una proporción de al menos 10%, mullita ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) hasta una proporción de al menos 1%, especialmente de al menos 5%, óxido de aluminio-magnesio ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$) hasta una proporción de al menos 2% y cromita.

Con este forro de fricción se proporciona un revestimiento que puede utilizarse para un componente de sincronización de una caja de cambios o una lámina de una transmisión automática para aplicaciones en vehículos automóviles o generalmente en la construcción de maquinaria. El forro de fricción es resistente al desgaste y presenta excelentes propiedades tribológicas. Así, el forro de fricción posee durante toda una vida útil, por ejemplo, un coeficiente de rozamiento constante. El forro de fricción según la invención puede utilizarse también, por ejemplo, como un revestimiento para un freno.

El forro de fricción o la capa de cerámica de óxido del forro de fricción puede contener, además, al menos uno de los materiales siguientes o una combinación de varios de los materiales siguientes: óxido de zirconio (ZrO_2), espinela (MgAl_2O_4), titanato de aluminio ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$), óxido de cromo (Cr_2O_3), aluminio (Al) y/o cobre (Cu).

Según la composición concreta del forro de fricción o de la capa de óxido de cerámica con la que está formado el forro de fricción, pueden estar contenidos en él materiales diferentes hasta proporciones diferentes.

Según una forma de realización preferida de la invención, el forro de fricción contiene óxido de titanio en una proporción de 20-40% en peso.

En este contexto, se manifiesta como ventajoso añadir proporciones de aluminio y cobre al forro de fricción.

Según otra forma de realización especialmente preferida de la invención, el forro de fricción presenta proporciones de óxido de circonio, óxido de aluminio, espinela, titanato de aluminio, silicato de zirconio, mullita y óxido de cromo.

Además, la capa de cerámica de óxido del forro de fricción puede presentar una rugosidad de al menos Rz 1 a Rz 50 o, alternativamente, una rugosidad de al menos Rz 30 a como máximo Rz 80. Una dureza de la capa de cerámica de óxido y, por tanto, del forro de fricción puede moverse, según la composición, desde al menos 600 HV hasta como máximo 1200 HV. En este caso, al menos una de las sustancias contenidas en la capa de cerámica de óxido o al menos uno de los óxidos metálicos contenidos o adicionados a la capa de cerámica de óxido puede presentar una dureza de capa de al menos 2000 HV a 2500 HV. Un espesor de la capa de cerámica de óxido y, por tanto, del forro de fricción puede estar entre al menos 0,02 mm y como máximo 0,2 mm, especialmente entre al menos 0,05 mm y como máximo 0,1 mm. La capa de cerámica de óxido del forro de fricción puede presentar, por ejemplo, una porosidad de al menos 20% a como máximo 50%.

El componente de sincronización según la invención para una transmisión presente un forro de fricción según la invención y puede estar revestido, por ejemplo, con un forro de fricción de esta clase.

En una aplicación este componente de sincronización equipado con el forro de fricción entra en acoplamiento o en contacto con un compañero de deslizamiento que puede presentar una dureza de al menos 400 HV a como máximo 650 HV. Un coeficiente de rozamiento entre el componente de sincronización y el compañero de deslizamiento puede estar comprendido entre al menos 0,08 y como máximo 0,12.

Por tanto, con el componente de sincronización y el compañero de deslizamiento se proporciona, por ejemplo, un emparejamiento de fricción para un dispositivo de sincronización en una caja de engranajes de cambio. Para lograr una marcha síncrona de medios de accionamiento acoplables uno con otro por conjunción de forma se tiene que, por ejemplo, un anillo de sincronización y un anillo de acoplamiento establecen una unión de rozamiento directamente o a través de un anillo de fricción dispuesto entre ellos. En esta aplicación se tiene que, por ejemplo, el anillo de sincronización puede estar previsto como componente de sincronización y el anillo de acoplamiento puede estar previsto como el compañero de deslizamiento. Sin embargo, a la inversa, el anillo de acoplamiento puede estar previsto también como componente de sincronización y el anillo síncrono como compañero de deslizamiento. El forro de fricción según la invención está formado en cada caso como una superficie de fricción cónica del componente de sincronización.

Con la invención, es decir con el forro de fricción o con un revestimiento que consiste en este forro de fricción y se utiliza en el componente de sincronización, se proporciona un dispositivo de sincronización que es resistente al desgaste, presenta excelentes propiedades de fricción y aguanta los altos esfuerzos de una larga vida útil de un vehículo.

- 5 En el procedimiento para fabricar un forro de fricción, especialmente el forro de fricción según la invención, se ha previsto que se revista un cuerpo con una capa de cerámica de óxido. Esta capa de cerámica de óxido está realizada de la manera preconizada por la invención.

10 En una ejecución del procedimiento según la invención se proyecta la capa de cerámica de óxido sobre el cuerpo mediante un procedimiento de proyección a la llama o mediante un procedimiento HVOF. Como alternativa, la capa de cerámica de óxido para fabricar el forro de fricción puede aplicarse sobre el cuerpo por sinterización. En un paso de procedimiento siguiente se puede mecanizar la capa de cerámica de óxido para optimizar sus propiedades, por ejemplo su rugosidad, su espesor de capa, su porosidad o similares, por medio de amolado con diamante o alisado con diamante.

- 15 En el procedimiento de fabricación de un componente de sincronización para una transmisión se ha previsto que este componente de sincronización sea revestido preferiblemente con el forro de fricción según la invención, el cual se fabrica preferiblemente con el procedimiento según la invención.

20 En este caso, la capa de cerámica de óxido se aplica directamente sobre un componente de sincronización configurado como un cono de fricción de una caja de cambios o como una lámina de una transmisión automática y previsto para una aplicación en vehículos automóviles. El forro de fricción o un revestimiento de fricción correspondiente se aplica preferiblemente sobre un cuerpo hecho de un material no tratado térmicamente. Como alternativa, la capa de cerámica de óxido puede aplicarse sobre un material de soporte flexible que seguidamente se fija por pegado o se inmoviliza por medio de un baño de soldadura sobre el componente de sincronización configurado como cono de fricción o como lámina.

Otras ventajas y ejecuciones de la invención se desprenden de la descripción y del dibujo adjunto.

- 25 Se sobrentiende que las características anteriormente citadas y las que se explicarán a continuación pueden emplearse no sólo en la respectiva combinación indicada, sino también en otras combinaciones o bien en solitario, sin salirse por ello del marco de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

30 Seguidamente, se explica la invención con más detalle ayudándose de un ejemplo de realización. En el dibujo correspondiente muestran:

La figura 1, una representación en sección esquemática de una forma de realización preferida de un dispositivo de sincronización en el que puede aplicarse la presente invención.

La figura 2, diagramas de un ensayo de funcionamiento de un componente de sincronización con un forro de fricción según la invención.

- 35 La figura 3, un diagrama de un comportamiento de funcionamiento de un componente de sincronización con un forro de fricción según la invención.

Descripción detallada de los dibujos

40 El dispositivo de sincronización 1 mostrado en la figura 1 en representación en sección esquemática presenta una rueda de marcha 3 y un anillo síncrono 5. Esta rueda de marcha 3 y el anillo síncrono 5 están dispuestos coaxialmente una a otro y pueden ser movidos en la dirección de la flecha doble una con relación a otro. La rueda de marcha 3 está equipada aquí con un cono exterior 7 y el anillo síncrono 5 está equipado con un cono interior 9.

45 Si se mueven la rueda de marcha 3 y el anillo síncrono 5 una hacia otro al producirse una maniobra del dispositivo de sincronización 1, el cono exterior 7 entra en contacto con el cono interior 9. En este caso, se produce una transferencia de fuerzas y/o movimientos entre la rueda de marcha 3 y el anillo síncrono 5. Para mejorar una transferencia de las fuerzas y/o movimientos se ha previsto revestir un componente de sincronización del dispositivo de sincronización 1, es decir, la rueda de marcha 3 en el cono exterior 7 o el anillo síncrono 5 en el cono interior 9, con un forro de revestimiento 11. En la presente forma de realización la rueda de marcha 3 está prevista como componente de sincronización y, por tanto, su cono exterior 7 está revestido con el forro de fricción 11. Por consiguiente, el anillo síncrono 5 está previsto como compañero de deslizamiento del componente de sincronización y presenta una capa de deslizamiento 13 en el cono interior 9. Además, la rueda de marcha 3 está equipada con un dentado de arrastre 17 y el anillo síncrono 5 lo está con un dentado 15.

En cajas sincronizadas de cambio de velocidades o de marchas en vehículos automóviles que cuentan con el

- presente dispositivo de sincronización 1, se tiene que, al conmutar la rueda de marcha 3 o rueda dentada libremente giratoria sobre un árbol por apriete axial del anillo síncrono 5, un anillo de acoplamiento no representado, asociado a la rueda de marcha 3, es puesto en marcha síncrona con el árbol. Se efectúa entonces una transferencia de las fuerzas al anillo síncrono 5 desde un manguito corredizo - solidario en rotación, pero axialmente desplazable sobre el árbol - a través del dentado de arrastre axial o radial 17 (dentado de bloqueo). A continuación, se establece una unión de conjunción de forma entre la rueda de marcha 3 y el árbol por medio de un desplazamiento axial adicional en dirección al manguito corredizo, el cual engrana entonces con un dentado de arrastre del anillo de acoplamiento.
- Para conseguir una marcha síncrona entre el anillo síncrono 5 y la rueda de marcha 3, esta rueda de marcha 3 presenta en el cono exterior 7 la superficie de fricción 11, la cual, al producirse un apriete axial del anillo síncrono 5, entra en contacto con la contrasuperficie correspondiente del cono interior 9 y establece mediante la unión de rozamiento producida la marcha síncrona necesaria para conectar directamente un acoplamiento de conjunción de forma. En una ejecución alternativa puede estar dispuesto un anillo de fricción, en el caso de una llamada sincronización de doble cono, entre las superficies de fricción, es decir, entre el cono interior 9 y el cono exterior 7.
- Se favorece por el forro de fricción 11 una transferencia de las fuerzas y/o de los movimientos entre la rueda de marcha 3 y el anillo síncrono 5.
- El forro de fricción 11 se ha aplicado como capa directamente sobre el componente de sincronización, es decir, en este caso sobre el cono exterior 7 de la rueda de marcha 3, por ejemplo por proyección a la llama a alta velocidad. Como alternativa, el forro de fricción 11 puede estar aplicado también sobre un forro intermedio flexible que está fijado sobre el cono exterior 7.
- El forro de fricción consiste según la invención en una capa de cerámica de óxido como la que se ha descrito en la introducción de la memoria. Puede presentar, por ejemplo, óxido de zirconio, óxido de aluminio, espinela, titanato de aluminio, silicato de zirconio, mullita y/u óxido de cromo. El forro de fricción puede consistir aquí en algunos de estos componentes o bien en una mezcla de algunos o todos los componentes.
- En una ejecución el forro de fricción 11 o una capa de fricción correspondiente puede contener al menos 10% de óxido de aluminio (Al_2O_3), al menos 1%, especialmente al menos 5% de mullita (Al_2O_3/SiO_2), al menos 3% de silicato de zirconio (ZrO_2/SiO_2), al menos 2% de óxido de titanio (TiO_2) y/o al menos 2% de óxido de aluminio-magnesio (Al_2O_3/MgO). Además, el forro de fricción 11 o la capa de fricción puede contener también aluminio (Al), cobre (Cu) y/o cromita. Por otra parte, el forro de fricción 11 o la capa de fricción puede estar adicionado con fundición gris, acero no aleado o bien acero altamente aleado, óxido de aluminio-óxido de titanio (Al_2O_3/TiO_2) y/u óxido de zirconio estabilizado (ZrO_2/CaO). Puede estar previsto que, a diferencia del listado antes citado, una proporción del óxido de titanio (TiO_2) pueda estar comprendida también entre 20% y 40%.
- Cuando se fabrica el forro de fricción 11, un cuerpo de acero o hierro no tratado térmicamente, en este caso el anillo de marcha 3, es provisto de la capa de cerámica de óxido en el cono exterior 7.
- La capa de cerámica de óxido del forro de fricción 11 presenta rugosidades comprendidas entre Rz 1 y Rz 50 o, como alternativa, rugosidades de Rz 30 a Rz 80. Una dureza de capa del forro de fricción 11 está entre 600-1200 HV, estando una dureza de partículas de los óxidos metálicos anteriormente citados entre 2000-2500 HV. Un espesor de capa del forro de fricción 11 está entre 0,02 mm y 0,2 mm, preferiblemente entre 0,05 mm y 0,1 mm. La porosidad del forro de fricción 11 está entre 30% y 50%.
- Para fabricar el forro de fricción 11 se proyecta la capa de cerámica de óxido, por ejemplo, sobre un material de soporte flexible y a continuación se la pega sobre un componente de base tal como una lámina o, en el presente caso, el cono exterior 7 de la rueda de marcha 3. Como alternativa, la capa de cerámica de óxido del forro de fricción 11 puede proyectarse también directamente sobre la lámina o el cono exterior 7 de la rueda de marcha 3. Es imaginable también aplicar el forro de fricción 11 por sinterización o inmovilizarlo por medio de un baño de soldadura.
- El compañero de deslizamiento del forro de fricción 11, en este caso el cono interior 9 del anillo síncrono 5, está configurado preferiblemente como un anillo de acero que consiste, por ejemplo, en 16MNCR5 u 80 CR2. El compañero de deslizamiento o el cono interior 9 puede estar aquí adicionalmente revestido en su superficie y poseer una dureza incrementada de 400-650 HV. Por tanto, el forro de fricción 11 presenta con respecto al compañero de deslizamiento, es decir, con respecto al cono interior 9 del anillo síncrono 5, un coeficiente de rozamiento de 0,08 a 0,12. Esta combinación de materiales garantiza un desgaste muy pequeño durante toda la vida útil de un vehículo en el que esté incorporado el dispositivo de sincronización.
- Esto se documenta, por ejemplo, mediante los diagramas mostrados en la figura 2, correspondientes a ensayos de funcionamiento de un componente de sincronización con un forro de fricción según la invención. En el diagrama inferior se ha registrado una curva de un recorrido de desgaste 19 en mm durante una vida útil de 15000 operaciones de cambio de marcha del componente de sincronización. El recorrido de desgaste 19 es el resultado de una posición de la horquilla de cambio de marcha después de una marcha síncrona. En el diagrama superior se ha

registrado, en función del número de cambios de marcha, una curva para una evolución de un coeficiente de rozamiento 21 de un forro de fricción según la invención o de una capa de fricción según la invención durante una vida útil del vehículo de 150000 cambios de marcha.

5 Se desprende de estos dos diagramas que tanto el recorrido de desgaste 19 como el propio coeficiente de rozamiento 21 varían tan sólo insignificadamente durante un gran número de cambios de marcha. El ensayo de funcionamiento se realizó a una temperatura del aceite de 80°C con la clase de aceite TAF21, bajo una inercia de masa de 0,1 kgm², un número de 50 cambios de arranque bajo una fuerza axial de 400 N, a un número de revoluciones de 650 1/min y con un tiempo de ciclo de 3,3 s. En otro ensayo de funcionamiento se alcanzaron con el forro de fricción un total de 100005 cambios de marcha bajo una fuerza axial de 800 N, con un tiempo de ciclo de 6,5 s y un número de revoluciones de 130 1/min, con un recorrido de desgaste ampliamente constante y un coeficiente de rozamiento ampliamente constante.

15 La figura 3 muestra un diagrama con otros parámetros que acompañan a un comportamiento de rodaje del componente de sincronización con un revestimiento de cerámica, en un ensayo de funcionamiento durante más de 200 cambios para pasar a una marcha superior. En este caso, se han representado, en función de un número de cambios de marcha, un índice de rozamiento RbZ, curva 31, un recorrido de cambio s en mm, curva 33, una fuerza de cambio FS en N, curva 35, un par de rozamiento RM en Nm, curva 37, un número de revoluciones de accionamiento nAb en 1/min, curva 39, y una evolución del coeficiente de rozamiento, curva 41. Las desviaciones de las curvas 33, 35, 41 insinuadas por las flechas para un número de menos de 21 cambios de marcha pueden venir fundamentadas por el comportamiento de rodaje del componente de sincronización con el forro de fricción según la invención.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Dispositivo de sincronización
- 2 Rueda de marcha
- 5 Anillo síncrono
- 25 7 Cono exterior
- 9 Cono interior
- 11 Forro de fricción
- 13 Capa de deslizamiento
- 15 Dentado
- 30 17 Dentado de arrastre
- 19 Recorrido de desgaste (curva)
- 21 Coeficiente de rozamiento (curva)
- 31 Índice de rozamiento (curva)
- 33 Recorrido de cambio (curva)
- 35 35 Fuerza de cambio (curva)
- 37 Par de fricción (curva)
- 39 Número de revoluciones de accionamiento (curva)
- 41 Evolución del coeficiente de rozamiento (curva)

REIVINDICACIONES

1. Forro de fricción (11) constituido por una capa de cerámica de óxido, **caracterizado** porque la capa de cerámica de óxido contiene los materiales siguientes (en porcentaje en peso):
- al menos 2% de $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$
- 5 - cromita
- al menos 10% de óxido de aluminio (Al_2O_3)
 - al menos 1% de mullita ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$)
 - al menos 2% de dióxido de titanio (TiO_2)
 - al menos 3% de silicato de zirconio ($\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$).
- 10 2. Forro de fricción (11) según la reivindicación 1, que contiene al menos una de las sustancias siguientes:
- óxido de circonio (ZrO_2)
 - espinela (MgAl_2O_4)
 - titanato de aluminio ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$)
 - óxido de cromo (Cr_2O_3)
- 15 - aluminio (Al)
- cromo (Cu).
3. Forro de fricción (11) según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque contiene dióxido de titanio en una proporción de 20-40% en peso.
4. Forro de fricción (11) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque contiene proporciones de óxido de circonio, espinela, titanato de aluminio y óxido de cromo.
- 20 5. Forro de fricción (11) según la reivindicación 4, **caracterizado** porque contiene mullita en una proporción de al menos 5% en peso.
6. Forro de fricción (11) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la capa de cerámica de óxido del forro de fricción (11) presenta una rugosidad de al menos Rz 1 a como máximo Rz 50 o una rugosidad de al menos Rz 30 a como máximo Rz 80.
- 25 7. Forro de fricción (11) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la capa de cerámica de óxido del forro de fricción (11) presenta una dureza de capa de al menos 600 HV a como máximo 1200 HV, presentando al menos uno de los óxidos metálicos de la capa de cerámica de óxido una dureza de capa de al menos 2000 HV a como máximo 2500 HV.
- 30 8. Forro de fricción (11) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque un espesor de la capa de cerámica de óxido del forro de fricción (11) está entre al menos 0,02 mm y como máximo 0,2 mm, especialmente entre al menos 0,05 mm y como máximo 0,1 mm.
9. Forro de fricción (11) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la capa de cerámica de óxido del forro de fricción (11) presenta una porosidad de al menos 20% a como máximo 50%.
- 35 10. Componente de sincronización para una transmisión, que presenta un forro de fricción (11) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
11. Componente de sincronización según la reivindicación 10, que se acopla, en uso, con un compañero de deslizamiento (5) dotado de una dureza de al menos 400 HV a como máximo 650 HV y/o presenta un coeficiente de rozamiento con respecto a este compañero de deslizamiento (5) de al menos 0,08 a como máximo 0,12.
- 40 12. Procedimiento para fabricar un forro de fricción (11), **caracterizado** porque se reviste un cuerpo (3) con una capa de cerámica de óxido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque se proyecta la capa de cerámica de óxido sobre el cuerpo (3) por medio de un procedimiento de proyección a la llama, por ejemplo un procedimiento

HVOF.

14. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque la capa de cerámica de óxido se aplica sobre el cuerpo (3) por sinterización.
- 5 15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizado** porque se mecaniza la capa de cerámica de óxido mediante amolado con diamante o alisado con diamante.
16. Procedimiento para proporcionar un componente de sincronización (3) para una transmisión, **caracterizado** porque se reviste este componente de sincronización (3) con un forro de fricción (11) fabricado según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15.
- 10 17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, **caracterizado** porque se aplica la capa de cerámica de óxido directamente sobre un componente de sincronización (3) configurado como una lámina o un cono de fricción (7).
- 15 18. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, **caracterizado** porque se aplica la capa de cerámica de óxido sobre un material de soporte flexible que seguidamente se fija por pegado o se inmoviliza por medio de un baño de soldadura sobre el componente de sincronización (3) configurado como lámina o cono de fricción (7).

Fig. 1

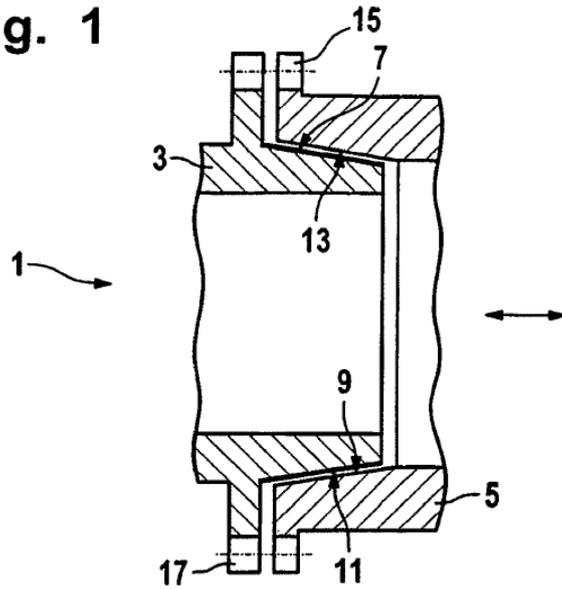


Fig. 2

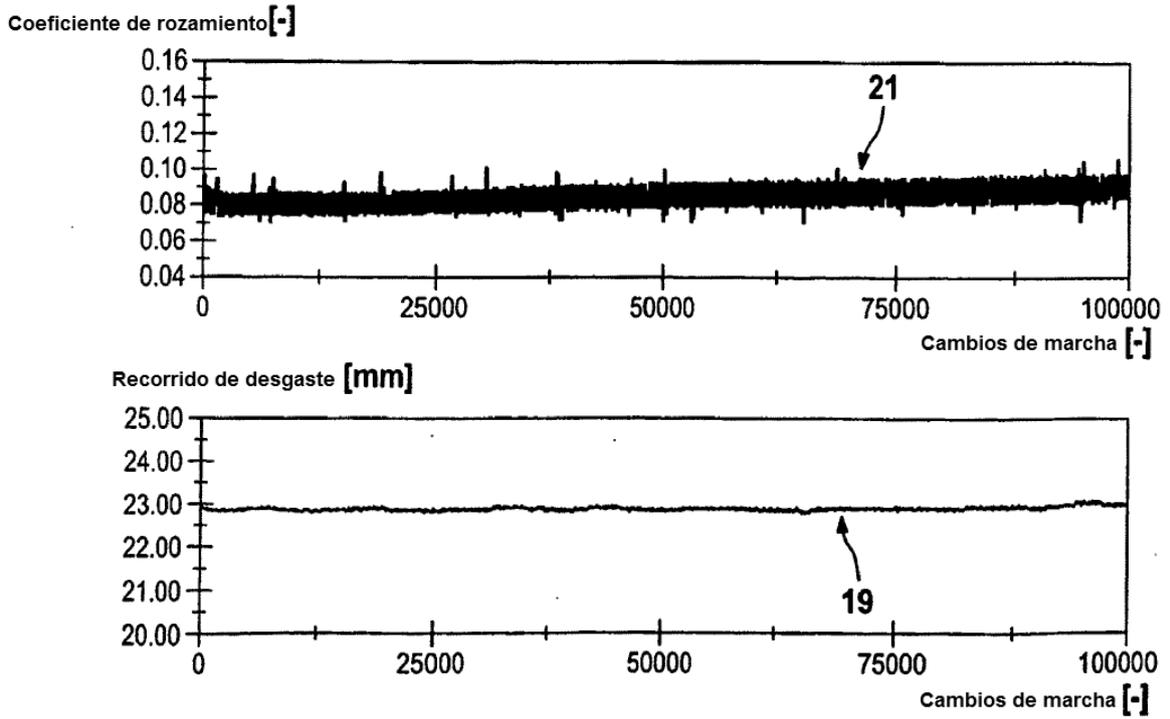


Fig. 3

