(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 938 462**

(51) Int. CI.:

C23C 4/02 (2006.01)
C23C 4/06 (2006.01)
C23C 4/10 (2006.01)
C23C 4/129 (2006.01)
C23C 24/10 (2006.01)
C23C 28/02 (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01)
F16D 65/00 (2006.01)
F16D 65/02 (2006.01)
F16D 65/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2019 E 19194300 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2022 EP 3620546**

(54) Título: **Disco de freno y procedimiento para producir el mismo**

(30) Prioridad:

04.09.2018 DE 102018215041
27.08.2019 DE 102019212844

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.04.2023

(73) Titular/es:

FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC (100.0%)
330 Town Center Drive, Suite 800 South
Dearborn, MI 48126, US

(72) Inventor/es:

RETTIG, MARC;
GROCHOWICZ, JAROSLAW;
GRABIEC, TOMASZ PAWEL;
VERPOORT, CLEMENS MARIA;
WANK, ANDREAS;
HITZEK, ALEXANDER;
SCHMENGLER, CHRISTIAN;
MÜLLER-RODEN, KARIN y
KÄSGEN, KLAUS

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

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

Disco de freno y procedimiento para producir el mismo

La invención se refiere a un disco de freno para un freno de rueda de un vehículo terrestre, que presenta un cuerpo base formado de fundición gris con al menos una cara de fricción axial, al menos una capa protectora contra corrosión aplicada sobre la cara de fricción axial y al menos una capa protectora contra desgaste aplicada sobre la capa protectora contra corrosión. Además, la invención se refiere a un procedimiento para producir un disco de freno para un freno de rueda de un vehículo terrestre, produciéndose un cuerpo base de fundición gris, que presenta al menos una cara de fricción axial, al menos una capa protectora contra corrosión que se aplica sobre la cara de fricción axial y al menos una capa protectora contra desgaste que se aplica sobre la capa protectora contra corrosión.

Los discos de freno convencionales para frenos de rueda de vehículos terrestres se pueden producir utilizando un procedimiento de fundición en arena a partir de un material de fundición gris económico. El material de fundición gris se puede llevar mediante fundición y posterior torneado o bien rectificado a la forma deseada con un acabado superficial deseado en la región de la superficie de anillo de fricción.

A causa de la buena conductibilidad térmica, como consecuencia de láminas de grafito en la estructura de fundición, el material de fundición gris es de hecho muy adecuado para la utilización para producir discos de freno, sin embargo, el material de fundición gris muestra, a causa de una baja dureza de aproximadamente 200 HV hasta aproximadamente 230 HV, una resistencia al desgaste solo limitada, en particular, en conexión con pastillas de freno que se utilizan en el mercado europeo. Los materiales de fricción de pastillas de freno incluyen materiales abrasivos que aseguran los coeficientes de fricción estables en un amplio rango de temperaturas. Desventajoso es un desgaste de pastilla de freno aumentado.

En los mercados fuera de Europa, los fabricantes de automóviles utilizan materiales de fricción NAO (materiales de fricción orgánicos sin asbesto), que provocan un desgaste notablemente menor del disco de freno, sin embargo, los valores de fricción permanecen estables solo hasta aproximadamente 400º C. Por ello, en el proceso de frenado se producen partículas de desgaste y de polvo fino. La emisión de polvo fino al aire de centros urbanos provocada por el tráfico vial, está cada vez más en la atención de la opinión pública. Además, muchos clientes de automóviles se quejan del intenso ensuciamiento de llantas de aluminio caras mediante la abrasión consumida de discos de freno.

Además, un material de fundición gris tiene una resistencia a la corrosión muy mala. Tras solo un día de tiempo lluvioso, el disco de freno está normalmente rojo oxidado si el vehículo no se mueve. Solo cuando la superficie oxidada se exige mediante el efecto abrasivo de las pastillas de freno y se desprende, resulta una superficie metálica limpia, visualmente atractiva. En vehículos híbridos, sin embargo, un disco de freno de este tipo con superficie roja oxidada rugosa, solo se exige mecánicamente de forma suficiente en el caso de un frenado brusco ($> 0{,}3 \cdot g$ (g: aceleración de la gravedad)). En este caso, puede llegarse a una vibración de los frenos y/o al daño de las pastillas de freno y/o a una generación de ruido molesta.

Por ello, se han propuesto muchas soluciones de revestimiento para discos de freno para reducir las desventajas descritas. Un procedimiento de nitrocarburación ferrifica a baja temperatura (FNC) ofrece una protección contra corrosión y contra desgaste temporal. No obstante, este efecto protector desaparece ya después de aproximadamente 10.000 km, en cuanto la zona nítrica de solo 10 µm de espesor se ha desprendido. En particular, en pastillas que actúan de forma muy abrasiva de acuerdo con una norma de ECE, el revestimiento se elimina muy rápido. Aun así, de esta manera una protección temporal a costos moderados puede ser de interés fuera de Europa utilizando pastillas NAO. Si, en concreto vehículos nuevos están durante algunos días en el exterior con tiempo lluvioso en el distribuidor, de esta manera una capa protectora contra corrosión de corta duración dejaría una mejor impresión visual en el cliente de un vehículo con llantas de aleación caras, también cuando el efecto debería haber desaparecido después de algunas semanas/meses.

Además, ha llegado al mercado un disco de freno PSCB (Porsche Surface Coated Brake), con una barrera contra corrosión de níquel química y una capa de cubrición de WC-Cr_3C_2-Ni formada en un procedimiento de llama pulverizada de alta velocidad (procedimiento de HVOF), que debe conducir a una reducción en el rango del 90% de emisiones de polvo fino. Este recubrimiento de metal duro muy cara no se puede aplicar a nivel mundial para todos los discos de freno, ya que el material de WC estratégicamente importante no está a disposición en suficientes cantidades.

El disco de freno conocido a partir del documento DE 10 2004 016 095 A1, está compuesto por un cuerpo base producido de fundición gris, el cual en al menos una cara está recubierto parcialmente con una capa protectora contra corrosión, la cual, por su parte, porta una capa protectora contra desgaste. La capa protectora contra corrosión puede

estar compuesta de una aleación de níquel, por ejemplo, de una aleación de NiCrAl, debe evitar una difusión de humedad y, además de ello, presentar propiedades de agente adherente.

El disco de freno conocido a partir del documento DE 10 2011 089 923 A1, corresponde en su construcción esencialmente a aquel de acuerdo con el documento DE 10 2004 016 095 A1. Un cuerpo base producido de fundición gris porta sobre al menos una cara una capa protectora contra corrosión, sobre la cual está aplicada una capa protectora contra desgaste. La capa protectora contra corrosión aplicada en frío, está compuesta de una aleación de metal que incluye Ni, Cu y/o Cr, y debe servir adicionalmente a una disminución de tensiones, que se producen a partir de un enfriamiento a causa de diferentes coeficientes de dilatación térmicos del material del cuerpo base y de aquel de la capa protectora contra desgaste.

A partir del documento DE 10 2006 004 156 A1, es conocido otro disco de freno, en el cual una capa protectora contra desgaste, la cual está compuesta de un acero que contiene Ni, Cr o también Mo, por lo tanto un acero al menos inoxidable, está aplicada sobre un cuerpo base compuesto de fundición gris. Se han dado a conocer una serie de materiales férreos, para los cuales está especificada la composición de aleación para la capa protectora contra desgaste.

El documento WO 2014 049 209 A1, se refiere a un acero inoxidable austenítico que debe presentar una resistencia contra corrosión por picaduras mejorada y una estabilidad mejorada. El acero inoxidable incluye en porcentaje en peso menos de 0,03% de carbono (C), 0,2 – 0,6% de silicio (Si), 1,0 – 2,0% de manganeso (Mn), 19,0 – 21,0% de cromo (Cr), 7,5 – 9,5% de níquel (Ni), 0,4 – 1,4% de molibdeno (Mo), menos de 1,0% de cobre (Cu), 0,10 – 0,25% de nitrógeno (N), dado el caso menos de 1,0% de cobalto (Co), dado el caso menos de 0,006% de boro (B) y el resto son hierro (Fe) e impurezas inevitables.

El documento DE 10 2014 006 064 A1, da a conocer un disco de freno de fundición gris, en el cual entran en aplicación diferentes sistemas de capas para la capa protectora contra corrosión y para la protectora contra desgaste. En este caso, en primer lugar en un anillo de fricción se introduce una ranura fina con destalonamiento, para obtener un buen enganche del revestimiento de inyección térmico aplicado más tarde. En primer lugar, se aplica entonces una capa de inyección por plasma de NiCr blanda, que debe detener posibles grietas en la capa de cubrición dura. Sin embargo, para que también se dé una protección contra corrosión necesaria y se pueda evitar una sub-corrosión de la capa protectora contra desgaste, los discos de fundición gris, después de aplicar las ranuras de enganche, se someten una o dos veces a un tratamiento de capa marginal nitrado y oxidado. A continuación, la capa protectora contra desgaste y adherente se aplica entonces mediante inyección térmica.

Además, se aplicaron capas protectoras contra corrosión mediante un procedimiento de recargue por soldadura de polvo con plasma o un procedimiento de recargue de soldadura por láser. En este caso, sin embargo se ha demostrado que las láminas de grafito en el material de fundición gris de los discos de freno actúan interfiriendo en la creación de una zona de unión densa. En el documento DE 10 2010 048 075 B4 se enumeran diferentes procedimientos, con respecto a una optimización de la adherencia y una reducción de sub-corrosión en discos de freno de fundición gris con capas protectoras contra desgaste inyectadas térmicamente mediante evitación de la entrada de medios corrosivos a láminas de grafito, que posibilitan una superficie libre de láminas de grafito de discos de freno de fundición gris.

El documento DE 10 2010 052 735 A1, se refiere a un disco de freno con un cuerpo base de disco de freno con al menos una superficie de anillo de fricción, la cual está revestida con un recubrimiento por proyección térmica. A lo largo de la superficie de anillo de fricción se extiende al menos una línea de acanaladura, la cual presenta un destalonamiento en al menos una pared vertical con respecto a su base, proporcionando la línea de acanaladura destalonada un fondo adherente para el recubrimiento por proyección térmica.

El documento DE 10 2012 022 775 A1, se refiere a un disco de freno de dos piezas protegido contra corrosión, que presenta una cámara de disco de freno y un anillo de fricción, que están unidos por medio de un dentado. El dentado del anillo de fricción está revestido con una laca de polvo de cinc y el dentado de la cámara de disco de freno está revestido con un revestimiento de níquel-cinc.

El documento JP 2005 239 115 A, da a conocer un rotor de freno con un revestimiento protector contra óxido producido mediante galvanizado por inmersión en caliente sobre una superficie exterior de una brida de sujeción, que es una superficie de fijación del rotor de freno.

El documento JP 2009 168 162 A, da a conocer un rotor de freno de disco con una superficie de fricción, que está revestida con una película de fosfato y se somete a un tratamiento de superficie con un álcali fuerte, de modo que se da un compuesto de cinc sobre la superficie de fricción.

La invención tiene el objeto subyacente de proporcionar un revestimiento económico para un disco de freno, que posibilite una resistencia contra corrosión y contra desgaste mejorada para superficies de fricción de discos de freno, con un cuerpo base de fundición gris.

De acuerdo con la invención, el objeto se logra mediante un disco de freno con las características de la reivindicación 1, cuya capa protectora contra corrosión está producida a base de hierro de un acero inoxidable y resistente a ácidos con un contenido en boro de máx. 0,01 % en peso, un contenido en níquel máximo de 0,1 en % en peso, un contenido en cobre máximo y/o un contenido en cobalto máximo y/o un contenido en wolframio máximo de 0,1 % en peso, y que presenta un refuerzo de carburo.

Hay que señalar que en la siguiente descripción, características, así como medidas enumeradas individuales se pueden combinar entre sí de cualquier manera técnicamente útil y que evidencian otras configuraciones de la invención. La descripción caracteriza y especifica la invención, en particular, adicionalmente en relación con las figuras.

De acuerdo con la invención la capa protectora contra corrosión está producida de un acero inoxidable y resistente a ácidos. Éste debe ser, en el marco de la invención, en particular un acero RSH (resistente al oxido, ácido, calor) con pureza especial en relación al elemento de boro, cuya estructura está compuesta de austenita, ferrita o una mezcla de austenita y ferrita. Un acero de este tipo posibilita la producción de la capa protectora contra corrosión sin imperfecciones, también sobre un cuerpo base de fundición gris con láminas de grafito en la superficie o bien cara de fricción axial, en particular también utilizando un procedimiento de recargue de soldadura por láser con una velocidad de superficie de más de 10 m/min (recargue de soldadura por láser de alta velocidad), como está previsto de acuerdo con la invención. Por el contrario, aceros inoxidables y resistentes a ácidos con un contenido en boro de más de 0,01 % en peso se han demostrado como inadecuados, para poder producir capas sin grietas con correspondiente efecto protector contra corrosión. Además contenidos en boro de más de 0,01 % en peso conducen a una sensibilidad notablemente aumentada en relación a láminas de grafito en la superficie de componentes de fundición gris, que pueden provocar imperfecciones en la capa protectora contra corrosión. Con el recargue de soldadura por láser de alta velocidad se puede producir una capa protectora contra corrosión fina, dúctil, metalúrgicamente unida. En el recargue de soldadura por láser de alta velocidad se pueden producir capas con un alto grado de solapamiento (> 50%, preferiblemente > 75%) y ondulación despreciable, así como bajas oscilaciones de espesor de capa. Con el recargue de soldadura por láser de alta velocidad se pueden producir capas que cubren la superficie completamente y sin grietas de 100 µm a 300 µm de espesor de una sola capa o, también, de varias capas, pudiendo realizarse además únicamente desviaciones estándar de menos de 20 µm.

Se ha demostrado como particularmente ventajoso para la producción de la capa protectora contra corrosión por medio de recargue de soldadura por láser de alta velocidad con alta tasa de superficie, la utilización de boquillas de polvo de varios chorros casi coaxiales, en particular de boquillas de polvo con 6 chorros de polvo. A diferencia de la utilización de boquillas de espacio anular, es posible una refrigeración por agua eficaz del cuerpo de boquilla de polvo hasta la punta de la boquilla, de modo que se pueden utilizar potencias de láser particularmente altas, es decir, más de 2 kW, preferiblemente más de 4 kW, particularmente preferido más de 6 kW, también a lo largo de tiempos de proceso largos, p. ej., en la operación de tres turnos, ya que la boquilla puede evacuar proporciones reflectadas de la radiación láser. La utilización de boquillas de polvo con 6 chorros de polvo elimina la sensibilidad del proceso de recargue por láser en relación al posicionamiento de los orificios de la boquilla de polvo en dirección circunferencial, en relación con el recorrido de la boquilla de polvo sobre el disco a ser revestido. Además, se ha demostrado como ventajosa la utilización de boquillas de polvo, que posibilitan una distancia de trabajo particularmente grande, es decir, preferiblemente distancia de trabajo de más de 20 mm, particularmente preferido distancia de trabajo de 25 mm, ya que con distancia de trabajo creciente decrece el efecto de proporciones reflectadas de la radiación láser. Además de ello, la utilización de boquillas de polvo de varios chorros casi coaxiales con insertos de tubo de vidrio, provoca una estabilidad de proceso prolongada particularmente alta ya que la superficie interior plana de los tubos de vidrio consigue concentrar los chorros de polvo de forma eficaz a lo largo de distancias largas detrás de la superficie de salida y el estado de superficie, a causa de la dureza del vidrio, permanece notablemente más tiempo a como es el caso con boquillas de polvo o insertos de boquillas de polvo de cobre o aleaciones a base de cobre. Por último, las boquillas de polvo de varios chorros casi coaxiales con orificios dispuestos coaxiales alrededor del círculo de orificio de los inyectores de polvo, se ha demostrado como ventajoso para el suministro de un gas envolvente, ya que una circulación de este tipo aporta a concentración del chorro de polvo unificado y a una inerciación mejorada de la zona de proceso, en la cual el baño de fusión se forma, solidifica y enfría.

El cuerpo base de los discos de freno puede estar configurado anular. El cuerpo base puede producirse utilizando un procedimiento de fundición en arena. En la cara de fricción axial del cuerpo base pueden estar dispuestas láminas de grafito. La capa protectora contra corrosión puede estar aplicada por regiones o en toda la superficie sobre la cara de fricción axial. La capa protectora contra desgaste puede estar aplicada por regiones o en toda la superficie sobre la capa protectora contra corrosión. El cuerpo base también puede presentar dos caras de fricción axiales, que son opuestas axialmente y están correspondientemente revestidas.

El vehículo terrestre puede ser un vehículo de motor, en particular un automóvil o un vehículo comercial.

Básicamente, sobre la capa protectora contra corrosión se pueden aplicar, por ejemplo, aleaciones a base de hierro duras económicas como capa protectora contra desgaste. No obstante, las aleaciones a base de hierro de este tipo tienden, con su utilización en un procedimiento de recargue de soldadura por láser de alta velocidad o bien para un procedimiento de este tipo a velocidades de superficie típicas de más de 10 m/min, a la formación de grietas en la capa aplicada. A partir de una aplicación de capas por medio de un recargue de soldadura convencional (más lento) por el contrario resultan por lo general tiempos de revestimiento largos no rentables y una alta demora en los discos de freno, que provoca costos extremadamente altos para el procesamiento posterior mediante rectificado.

La capa protectora contra corrosión dúctil de un acero inoxidable y resistente a ácidos, aplicada por medio de recargue de soldadura por láser está unida metalúrgicamente a la superficie o bien superficie de disco del cuerpo base de fundición gris y, por lo tanto, de forma óptima, lo que es una base óptima para la aplicación de la capa de cubrición resistente al desgaste o bien capa protectora contra desgaste, la cual se puede aplicar bien por medio de recargue de soldadura por láser o mediante una pulverización por pistola térmica. La ductilidad de la capa protectora contra corrosión provoca la detención de grietas, que pueden producirse en el transcurso de la exigencia a cambio térmico extrema en los frenos en la capa protectora contra desgaste y garantiza con ello la evitación de sub-corrosión como consecuencia de formación de grietas en el transcurso de uso continuado de discos de freno.

De acuerdo con configuración, la capa protectora contra desgaste a base de hierro presenta un contenido en cromo entre 10,5 % en peso y 30 % en peso, un contenido en níquel no abarcado por el alcance de protección de la invención de máximo 20 % en peso, un contenido en molibdeno de máximo 8 % en peso, un contenido en cobre no abarcado por el alcance de protección de la invención de máximo 3 % en peso, un contenido en carbono de máximo 0,05 % en peso y, en cualquier caso, un contenido en boro de máx. 0,01 % en peso. Ejemplos para materiales pueden ser aceros con los números de material 1.4404 o 1.4462, teniendo que añadir a la especificación de la composición química en cada caso un contenido en boro máximo de 0,01 % en peso.

De acuerdo con la invención, la capa protectora contra corrosión a base de hierro presenta un contenido en cobre máximo y/o un contenido en cobalto máximo y/o un contenido en wolframio máximo de 0,1 % en peso. Los aceros de este tipo como capa protectora contra corrosión ofrecen además la ventaja de que en la abrasión que, dado el caso, todavía se produce a pesar de todo de la capa protectora contra corrosión, están incluidos contenidos bajos máximos despreciables de los elementos cobre, cobalto y/o wolframio, a los cuales se les atribuye un potencial de riesgo para la salud particularmente alto.

De acuerdo con la invención, la capa protectora contra corrosión a base de hierro presenta un contenido en níquel de menos de 0,1 % en peso. Los aceros de este tipo sin níquel (contenidos de Ni < 0,1 % en peso) como capa protectora contra corrosión ofrecen además la ventaja de que con abrasión que, dado el caso, todavía se produce a pesar de todo de la capa protectora contra corrosión, están incluidos contenidos de níquel bajos máximos despreciables, a los cuales también se le atribuye un potencial de riesgo para la salud particularmente alto. Ejemplos para aceros preferidos son materiales con los números de material 1.4512, 1.4521 o 1.4522, teniendo que añadir a la especificación de la composición química en cada caso un contenido en boro máximo de 0,01 % en peso.

De acuerdo con la invención está previsto que la capa protectora contra corrosión presente un refuerzo de carburo. De manera preferida, la capa protectora contra corrosión presenta un refuerzo de carburo a partir de carburos que contribuyen considerablemente a la formación de carburo, que posibilitan un recorte completo de la masa fundida a base de hierro. El refuerzo de carburo puede realizarse, por ejemplo, mediante la adición de carburo de niobio o carburo de vanadio. El refuerzo de carburo o bien el carburo utilizado para ello, puede suministrarse en un proceso de recargue de soldadura por láser a través de una segunda línea de polvo, de modo que mediante control de las tasas de promoción de polvo de acero a través de una primera línea de polvo y polvo de carburo a través de la segunda línea de polvo se pueden constituir capas graduales. Por lo tanto, como matriz metálica se puede utilizar carburo de niobio o carburo de vanadio como refuerzo en diferentes capas compuestas (graduales) con acero inoxidable y resistente a ácidos con contenidos de boro de 0,01 % en peso.

Según otra configuración ventajosa, la capa protectora contra desgaste está producida de un material de SiC con al menos un aglutinante de óxido o metálico. El material de SiC puede aplicarse, por ejemplo, utilizando pulverización por pistola térmica, preferiblemente procedimiento de llama pulverizada de alta velocidad (HVOF), particularmente preferido HVOF con combustible líquido, sobre la cara de fricción axial del cuerpo base. No obstante, un polvo de revestimiento de SiC puro se descompondría en un procedimiento de revestimiento térmico, por lo cual se pueden rodear carburos de silicio aproximadamente 1 µm de grandes con una envoltura bien de óxidos o metales. Este material de envoltura absorbe por ejemplo el calor de una llama de HVOF y se ablanda, de modo que en caso de un impacto sobre la superficie se llega a un revestimiento denso de partículas de SiC con una envoltura de óxidos o metales. El

SiC es conocido por su alta resistencia a la abrasión. Además, el SiC tiene una alta conductibilidad térmica, lo que está cualificado para la utilización como capa protectora contra desgaste sobre discos de freno. En pruebas de desgaste se ha comprobado que un disco de freno revestido de esta manera no muestra desgaste de disco de ningún tipo. El resultado de desgaste es tanto más sorprendente, dado que las mediciones de dureza dejan identificar solo valores de dureza moderados con un valor medio de apenas por encima de 600 HV0,3. Supuestamente, las partículas de SiC de solo 1 µm de grandes apenas se detectan durante la comprobación de dureza y por ello se mide más bien la dureza de la envoltura (aquí de óxido). El SiC en sí presenta una dureza en el rango por encima de 2.200 HV0,3.

De acuerdo con otra configuración ventajosa, la capa protectora contra desgaste está producida de una aleación a base de hierro con un refuerzo de carburo de vanadio o un refuerzo de carburo de niobio o un refuerzo de carburo de boro o un refuerzo de carburo de cromo. En este caso, la capa protectora contra desgaste puede estar producida de una aleación a base hierro dura con carburo de vanadio como componente de refuerzo en una matriz esencialmente ferrítica, resistente a corrosión mediante aleación con cromo. El contenido de vanadio de un material aditivo de pulverización puede ascender a más de 6 % en peso, preferiblemente 17 % en peso. Las aleaciones a base de hierro duras de este tipo alcanzan una alta dureza (en el caso de 17 % en peso de vanadio – FeCrV17 –aproximadamente 850 HV0,3) no mediante una matriz dura, sino que mediante carburos de vanadio extremadamente duros como componente de refuerzo. Debido a que la matriz está compuesta de un mineral de solución sólida de hierro dúctil, los materiales de compuesto en cuestión presentan una alta resistencia contra exigencia a impacto y estabilidad de cantos y se utilizan en muchos casos para configurar cantos de corte y de cuchillo. Básicamente, el niobio como elemento de aleación en aleaciones a base de hierro duras crea un efecto comparable al vanadio con respecto al comportamiento de corte de carburos. Por ello, alternativamente a aleaciones a base de hierro duras con alto contenido en vanadio, se proponen aquellas con alto contenido en niobio de más de 8 % en peso, preferiblemente más de 15 % en peso. Las aleaciones duras de Fe-CrBC con contenidos en cromo de al menos 17 % en peso y contenidos en bromo de al menos 2 % en peso, preferiblemente 25 % en peso de cromo y 5 % en peso de boro, alcanzan una dureza de aprox. 900 HV0,3. La dureza de esta familia de aleación se basa en la formación de boros complejos y una microestructura extremadamente fina (a menudo incluso amorfa en rayos X). La estructura de vidrio extremadamente fina es también la base de la resistencia sobresaliente contra exigencias a impactos. Los contenidos en cromo de al menos 17 % en peso (hasta 35 % en peso) provocan una alta resistencia a corrosión. Alternativamente, se proponen materiales de compuesto de metal y cerámica FeCrC, compuestos de una matriz metálica a base de hierro con contenidos en cromo de al menos 12 % en peso, preferiblemente 20 % en peso hasta 30 % en peso, para garantizar una buena resistencia a corrosión, y carburos de cromo (preferiblemente Cr_3C_2) con una proporción de al menos 50 % en peso, preferiblemente 75 % en peso hasta 80 % en peso, para alcanzar una alta dureza de capa (aproximadamente 900 HV0,3 a 1.000 HV0,3) y resistencia a la abrasión. En este caso, pueden entrar en aplicación polvos de compuesto producidos mediante aglomerado (secados por pulverización) y sinterizados, para que en las capas exista, por un lado, los carburos Cr_3C_2 particularmente duros, y no carburos de mezcla ricos en cromo formados a partir de la fase de fundición, que actúan fragilizando las aleaciones a base de hierro duras producidas con metales fundidos convencionales, y para no fragilizar la matriz metálica mediante enriquecimiento con carbono, por lo cual se reduciría la resistencia a corrosión y la resistencia contra exigencia a impacto. Básicamente, también se pueden utilizar otras aleaciones a base de hierro duras. Los materiales protectores contra desgaste arriba enumerados no obstante ofrecen la ventaja de que la abrasión que, dado el caso, todavía se produce a pesar de todo de la capa protectora contra desgaste del disco de freno, incluyen elementos a los cuales se les atribuye un potencial riesgo para la salud particularmente alto, como por ejemplo níquel, cobalto, cobre y wolframio. Las capas protectoras contra desgaste arriba descritas están por lo tanto compuestas de materiales económicos. Las capas protectoras contra desgaste en cuestión se producen a través de pulverización por pistola térmica, preferiblemente llama pulverizada de alta velocidad (HVOF), particularmente preferido HVOF con combustible líquido. La utilización de quemadores de HVOF que funcionan con combustible líquido con 4 inyectores posibilita, en comparación con quemadores con p. ej. solo 2 inyectores, tasas de promoción de polvo considerablemente más altas y tasas de deposición correspondientemente más altas. De esto resultan tiempos de proceso minimizados y, por lo tanto, consumos minimizados de carburante y oxígeno, así como una productividad máxima.

En pruebas de desgaste se ha demostrado que un revestimiento de HVOF de material de FeCrV17 conduce a una combinación de desgaste excelente con pastillas de freno convencionales. De esta manera, no se produce un desgaste en el disco de freno ni un desgaste aumentado en el material de pastilla de freno en comparación con la prueba de discos de freno sin revestir. Un espesor de capa de 200 µm en el estado tratado final se ha demostrado como suficiente.

El objeto anterior se resuelve además mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 4, en el cual la capa protectora contra corrosión se produce utilizando un procedimiento de recargue por láser, en el cual sobre la cara de fricción axial se aplica un acero inoxidable y resistente a ácidos, con un contenido en boro de máx. 0,01 % en peso, un contenido en níquel máximo de 0,1 % en peso, un contenido en cobre máximo y/o un contenido en cobalto máximo y/o un contenido en wolframio máximo de 0,1 % en peso, con una velocidad de superficie de más de 10 m/min.

Con el procedimiento están unidas de manera correspondiente las ventajas mencionadas con respecto al disco de freno. En particular, el disco de freno de acuerdo con una de las configuraciones arriba mencionadas o en una combinación de al menos dos de estas configuraciones entre sí, se puede producir utilizando el procedimiento de acuerdo con la invención.

El cuerpo base se puede producir utilizando un procedimiento de fundición en arena. La capa protectora contra desgaste se puede aplicar utilizando procedimiento de recargue por láser o un procedimiento de revestimiento térmico sobre la capa protectora contra corrosión.

De acuerdo con una configuración ventajosa, el disco de fricción axial se somete, antes de la aplicación de la capa protectora contra corrosión, a un torneado o fresado con desprendimiento de viruta. En particular, la cara de fricción axial se puede alisar utilizando un torneado o fresado con desprendimiento viruta en seco.

Otra configuración ventajosa prevé que una superficie, alejada del cuerpo base, de la capa protectora contra corrosión, se alise antes de la aplicación de la capa protectora contra desgaste. Por ejemplo, la superficie de la capa protectora contra corrosión puede alisarse a una superficie particularmente lisa de la capa protectora contra corrosión mediante un torneado o fresado con desprendimiento de viruta o mediante pulido láser.

Según otra configuración ventajosa, se alisa una superficie, alejada de la capa protectora contra corrosión, de la capa protectora contra desgaste. Por ejemplo, la superficie de la capa protectora contra desgaste se puede alisar mediante rectificado.

De acuerdo con otra configuración ventajosa, la capa protectora contra desgaste se aplica sobre la capa protectora contra corrosión utilizando un procedimiento de recargue por láser o un procedimiento de llama pulverizada de alta velocidad.

Otra configuración ventajosa prevé que en el procedimiento de recargue por láser se introduzca un polvo de un acero inoxidable y resistente a ácidos con un contenido en boro de máx. 0,01 % en peso y, al mismo tiempo, un polvo de carburo continuamente en un rayo láser.

Aunque hasta ahora el tema únicamente era sobre discos de freno, en el sentido de la invención también está prever frenos de tambor con el revestimiento de acuerdo con la invención. De la idea inventiva se abarca por tanto también el procedimiento para producir frenos de tambor con el revestimiento (capa protectora contra corrosión/capa protectora contra desgaste) de acuerdo con la invención.

Otras configuraciones ventajosas de la invención se dan a conocer en las reivindicaciones dependientes y en la siguiente descripción de figuras. Muestran:

la Fig. 1, una sección axial esquemática de un ejemplo de realización para un disco de freno de acuerdo con la invención, y

la Fig. 2, un diagrama de flujo de un ejemplo de realización para un procedimiento de acuerdo con la invención.

La Fig. 1 muestra una sección axial esquemática de un ejemplo de realización para un disco 1 de freno de acuerdo con la invención para un freno de rueda no mostrado de un vehículo terrestre no mostrado.

El disco 1 de freno configurado anular presenta un cuerpo 2 base configurado anular, formado de fundición gris, con una cara 3 de fricción axial, una capa 4 protectora contra corrosión configurada anular, aplicada sobre la cara 3 de fricción axial y una capa 5 protectora contra degaste configurada anular, aplicada sobre la capa 4 protectora contra corrosión, de un acero inoxidable y resistente a ácidos con un contenido en boro de máx. 0,01 % en peso.

La capa 4 protectora contra corrosión a base de hierro presenta un contenido en cromo entre 12 % en peso y 30 % en peso, un contenido en níquel, no abarcado por el alcance de protección de la invención, de máximo 20 % en peso, un contenido en molibdeno de máximo 8 % en peso, un contenido en cobre, no abarcado por el alcance de protección de la invención, de máximo 3 % en peso, un contenido en carbono de máximo 0,05 % en peso y, en cualquier caso, un contenido en boro de máximo 0,01 % en peso. Además, la capa 4 protectora contra corrosión presenta un refuerzo de carburo no mostrado.

La capa 5 protectora contra desgaste puede estar producida de un material de SiC con al menos un aglutinante de óxido o metálico. Alternativamente, la capa protectora contra desgaste puede estar producida de una aleación a base de hierro con un refuerzo de carburo de vanadio o un refuerzo de carburo de niobio o un refuerzo de carburo de boro o un refuerzo de carburo de cromo.

La Fig. 2 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de realización para un procedimiento de acuerdo con la invención para producir un disco de freno para un freno de rueda de un vehículo terrestre. El disco de freno producido puede estar configurado conforme a la Fig. 1.

En el paso 10 de procedimiento se produce un cuerpo base de fundición gris, el cual presenta al menos una cara de fricción axial. Para ello, se utiliza un procedimiento de fundición en arena.

En el paso 20 de procedimiento, sobre la cara de fricción axial del cuerpo base se aplica una capa protectora contra corrosión. En este caso, la capa protectora contra corrosión se produce utilizando un procedimiento de recargue por láser, en el cual sobre la cara de fricción axial se aplica un acero inoxidable y resistente a ácidos con un contenido en boro de máx. 0,01 % en peso con una velocidad de superficie de más de 10 m/min. La cara de fricción axial puede someterse, antes de aplicar la capa protectora contra corrosión, a un torneado con desprendimiento de viruta. En el procedimiento de recargue por láser se pueden introducir un polvo de acera y, al mismo tiempo, un polvo de carburo continuamente en un rayo láser.

En el paso 30 de procedimiento se aplica una capa protectora contra desgaste sobre la capa protectora contra corrosión. En este caso, la capa protectora contra desgate se puede aplicar sobre la capa protectora contra corrosión utilizando un procedimiento de recargue por láser o un procedimiento de llama pulverizada de alta velocidad. Una superficie, alejada del cuerpo base, de la capa protectora contra corrosión puede alisarse antes de aplicar la capa protectora contra desgaste. Una superficie, alejada de la capa protectora contra corrosión, de la capa protectora contra desgate puede alisarse a continuación.

Lista de símbolos de referencia

1	disco de freno
2	cuerpo base
3	cara de fricción de 2
4	capa protectora contra corrosión
5	capa protectora contra desgaste
10	paso de procedimiento (creación de 2)
20	paso de procedimiento (aplicación de 4)
30	paso de procedimiento (aplicación de 5)

REIVINDICACIONES

1. Disco (1) de freno para un freno de rueda de un vehículo terrestre, que presenta un cuerpo (2) base formado de fundición gris con al menos una cara (3) de fricción axial, al menos una capa (4) protectora contra corrosión aplicada sobre la cara (3) de fricción axial y al menos una capa (5) protectora contra desgaste aplicada sobre la capa (4) protectora contra corrosión,
caracterizado por que
la capa (4) protectora contra corrosión a base de hierro está producida de un acero inoxidable y resistente a ácidos con un contenido en boro de máx. 0,01 % en peso, un contenido en níquel máximo de 0,1 % en peso, un contenido en cobre máximo y/o un contenido en cobalto máximo y/o un contenido en wolframio máximo de 0,1 % en peso, y presenta un refuerzo de carburo.

2. Disco (1) de freno según la reivindicación 1
caracterizado por que
la capa (5) protectora contra desgaste está producida de un material de SiC con al menos un aglutinante de óxido o metálico.

3. Disco (1) de freno según la reivindicación 1 o 2,
caracterizado por que
la capa (5) protectora contra desgaste está producida de una aleación a base de hierro con un refuerzo de carburo de vanadio o un refuerzo de carburo de niobio o un refuerzo de carburo de boro o un refuerzo de carburo de cromo.

4. Procedimiento para producir un disco (1) de freno según una de las reivindicaciones anteriores para un freno de rueda de un vehículo terrestre, produciéndose un cuerpo (2) base de fundición gris, que presenta al menos una cara (3) de fricción axial, aplicándose al menos una capa (4) protectora contra corrosión sobre la cara (3) de corrosión axial y aplicándose al menos una capa (5) protectora contra desgaste sobre la capa (4) protectora contra corrosión,
caracterizado por que
la capa (4) protectora contra corrosión a base de hierro se produce utilizando un procedimiento de recargue por láser, en el cual sobre la cara (3) de fricción axial se recarga un acero inoxidable y resistente a ácidos con un contenido en boro de máx. 0,01 % en peso, un contenido en níquel máximo de 0,1 % en peso, un contenido en cobre máximo y/o un contenido en cobalto máximo y/o un contenido en wolframio máximo de 0,1 % en peso, con una velocidad de superficie de más de 10 m/min.

5. Procedimiento según la reivindicación 4,
caracterizado por que
la cara (3) de fricción axial se somete, antes de la aplicación de la capa (4) protectora contra corrosión, a un torneado con desprendimiento de viruta.

6. Procedimiento según la reivindicación 4 o 5,
caracterizado por que
se alisa una superficie, alejada del cuerpo (2) base, de la capa (4) protectora contra corrosión antes de la aplicación de la capa (5) protectora contra desgaste.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6,
caracterizado por que
se alisa una superficie, alejada de la capa (4) protectora contra corrosión, de la capa (5) protectora contra desgaste.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 7,
caracterizado por que
la capa (5) protectora contra desgaste se recarga sobre la capa (4) protectora contra corrosión utilizando un procedimiento de recargue por láser o un procedimiento de llama pulverizada de alta velocidad.

9. Procedimiento según la reivindicación 8,
caracterizado por que
en el procedimiento de recargue por láser se introduce continuamente en un rayo láser un polvo de un acero inoxidable y resistente a ácidos con un contenido en boro de máx. 0,01 % en peso, un contenido en níquel máximo de 0,1 % en peso, un contenido en cobre máximo y/o un contenido en cobalto máximo y/o un contenido en wolframio máximo de 0,1 % en peso y, al mismo tiempo, un polvo de carburo.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 9,
caracterizado por que

en el procedimiento de recargue por láser se utiliza una boquilla de polvo de varios chorros casi coaxial, con preferiblemente seis chorros de polvo, una distancia de trabajo de dimensionada grande, preferiblemente 25 mm, con insertos de inyectores de polvo con superficie interior lisa y dura, particularmente preferido con insertos de inyectores de polvo de vidrio, y un flujo de gas envolvente alrededor de los chorros de polvo.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 10,
caracterizado por que
en el procedimiento de llama pulverizada de alta velocidad de capas protectoras contra desgaste se utiliza un quemador de HVOF que funciona con combustible líquido con cuatro inyectores de polvo.

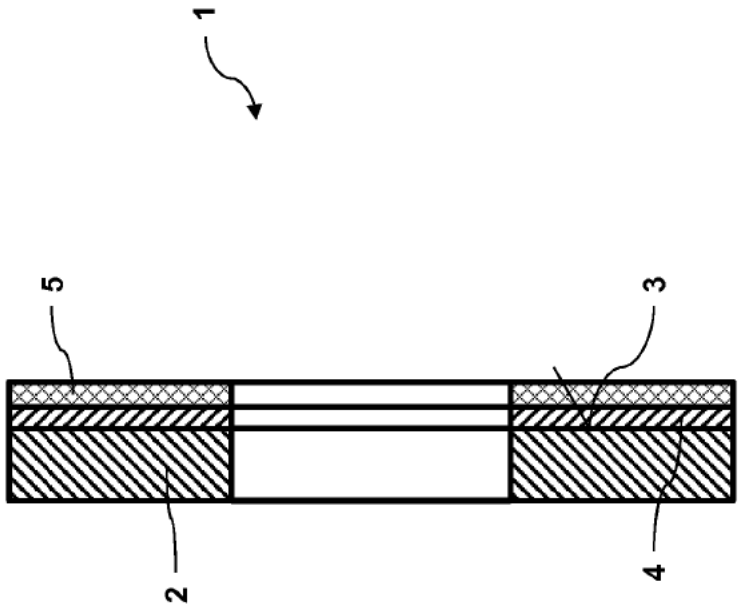


Fig. 1

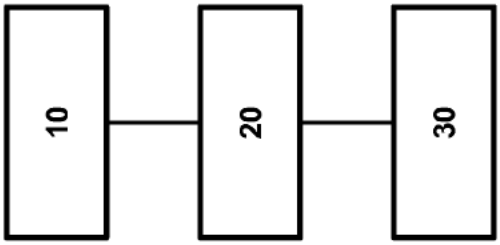


Fig. 2