

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 177**

51 Int. Cl.:

C23C 10/50 (2006.01)

F16D 65/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.04.2020** **PCT/EP2020/061221**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2021** **WO21008744**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2020** **E 20724424 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2023** **EP 4085158**

54 Título: **Disco de freno que presenta protección antidesgaste y anticorrosión y procedimiento para su producción**

30 Prioridad:

30.12.2019 DE 202019107269 U

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

29.11.2023

73 Titular/es:

C4 LASER TECHNOLOGY GMBH (100.0%)
Dresdner Straße 172 B
01705 Freital, DE

72 Inventor/es:

STEINMEIER, TILO

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 955 177 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

Disco de freno que presenta protección antidesgaste y anticorrosión y procedimiento para su producción

5 La presente invención se refiere al campo de la técnica de vehículos y de la técnica de plantas industriales y se refiere a un disco de freno que presenta protección antidesgaste y anticorrosión, y a un procedimiento para su producción. El freno de disco producido según la invención se puede emplear, a modo de ejemplo, en vehículos o como sistema de frenado para frenos industriales o en plantas eólicas.

10 Los discos de freno convencionales en vehículos y en aplicaciones industriales están formados como disco de freno en forma uniseccional a partir de un material metálico o cerámico o como disco de freno compuesto, o bien freno de disco multiseccional a partir de uno o varios materiales metálicos o cerámicos.

15 En este caso, los frenos de disco presentan varios sectores funcionales. De este modo, en vehículos a motor, los discos de freno se atornillan en los ejes delanteros y traseros y presentan a tal efecto un área de apoyo plana que está en contacto con la llanta por una parte y con los rodamientos de las ruedas. El disco de freno completo se une a través del área de apoyo por medio de pernos de rueda.

20 Además, los discos de freno presentan sectores con áreas de fricción a través de las cuales se realiza la acción de frenado en interacción con pastillas de freno de fricción.

25 Para una mejor disipación del calor producido, los discos de freno pueden estar formados, a modo de ejemplo, como frenos de disco ventilados interiormente. A tal efecto, en el lado interior de la cámara de los discos de freno, estos presentan correspondientes canales de ventilación que succionan aire que atraviesan los frenos de disco, disipan calor y garantizan de este modo la refrigeración del disco de freno.

30 En el estado de la técnica, los discos de freno se dotan de una protección anticorrosión a corto plazo en el sector de las áreas de fricción o de una protección anticorrosión a largo plazo en el sector de los canales de ventilación. La protección anticorrosión a corto plazo protege el disco de freno frente a corrosión solo durante un periodo de tiempo corto.

Por el estado de la técnica son conocidas diferentes soluciones para proteger discos de freno frente a corrosión y desgaste.

35 Por el documento DE 20 2018 107 169 U1 es conocido un revestimiento, en especial para discos de freno, tambores de freno y discos de embrague con una primera capa, que presenta un material basado en metal, que contiene menos de 20 % en peso de carburo de wolframio u otros carburos, y una segunda capa que está aplicada sobre la primera capa y presenta un material que contiene carburo de wolframio, que contiene 20 % en peso a 94 % en peso de carburo de wolframio, siendo la primera y la segunda capa capas inyectadas térmicamente.

40 El documento DE 10 2014 008844 A1 da a conocer un disco de freno para un vehículo a motor que comprende un sustrato de fundición gris, al menos un área de fricción formada sobre el sustrato y al menos una capa superior aplicada como mínimo sobre al menos un área de fricción.

45 Por el documento DE 20 2018 102 703 U1 es conocido un cuerpo de freno para un vehículo con un cuerpo básico que presenta una superficie formada mediante asperización como área de fricción y un revestimiento aplicado sobre el área de fricción por medio de un procedimiento térmico de inyección una vez efectuada la asperización.

50 Por el documento DE 20 2018 102 704 U1 también es conocido un cuerpo de freno para un vehículo con un cuerpo básico que presenta una primera superficie formada como área de fricción, una segunda superficie formada como área básica y dispuesta en posición adyacente al área de fricción y un revestimiento del área básica aplicado sobre el área básica.

55 Además, por el documento DE 102 03 507 A1 es conocido un disco de freno para un vehículo, que comprende un cuerpo básico a partir de un material metálico, en especial fundición gris, que presenta al menos un área de fricción con un revestimiento a partir de un material duro, presentando el cuerpo básico bajo el revestimiento un grosor de material desgastado en dirección paralela al eje respecto al eje del disco de freno, presentando el cuerpo básico un grosor de material desgastado aproximadamente alrededor del espesor de capa del revestimiento, o bien hasta +/- 20 % más o menos, preferentemente +/- 10 %, referido al espesor de capa del revestimiento, en dirección paralela al eje respecto al eje del disco de freno.

65 En las soluciones conocidas es desventajoso que el revestimiento con protección anticorrosión y antidesgaste está aplicado superficialmente sobre las áreas de fricción del disco de freno y se frota inmediatamente en los primeros procesos de frenado, de modo que corroen el área de fricción después de un tiempo breve y dañan inmediatamente el material básico debido a los procesos corrosivos. A modo de ejemplo, precisamente en el caso de vehículos eléctricos o vehículos híbridos se debe contar con un número bastante reducido de frenados de limpieza, lo que

conduce a una carga por corrosión y como resultado de esta forzosamente a fallos de funcionamiento. Estos fallos de funcionamiento se muestran con problemas de ruido y pueden conducir a una pérdida del rendimiento de frenado en el caso extremo. Además, existe un inconveniente inferior ya que, debido a la corrosión producida en el sector de las áreas de fricción, las áreas de fricción se desgastan más rápidamente.

También son desventajosos los costes de material y producción de discos de freno revestidos con material duro con sistemas de capa a base de carburos, como por ejemplo carburo de wolframio, carburo de cromo o carburo de boro.

La tarea de la presente invención consiste en la puesta a disposición de un disco de freno que presenta una protección anticorrosión y antidesgaste mejorada y duradera.

La tarea se soluciona mediante la invención indicada en las reivindicaciones. Las configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones subordinadas, incluyendo la invención también combinaciones de las reivindicaciones dependientes individuales en el sentido de una interconexión, siempre y cuando no se excluyan mutuamente.

La tarea según la invención se soluciona con un disco de freno que presenta un cuerpo básico metálico de acero o fundición gris, que presenta al menos un sector con áreas de fricción formadas y al menos un sector con un área de apoyo formada para la fijación del disco de freno, estando presente dentro del cuerpo básico metálico, al menos en el sector de las áreas de fricción, una capa de difusión formada a partir de hierro, aluminio y silicio, que presenta un espesor de capa de 0,1 mm a 0,6 mm y está formada mediante procesos de difusión en interacción con el acero o la fundición gris del cuerpo básico metálico.

Ventajosamente está presente un disco de freno en el que están presentes adicionalmente canales de ventilación.

En una configuración ventajosa, la capa de difusión está formada como sistema de capas graduado de hierro y aluminio en el espesor de capa, presentándose silicio distribuido de manera homogénea en el sistema de capas graduado, formándose de modo especialmente ventajoso el sistema de capas graduado de tal manera que la proporción de hierro desciende continuamente hacia la superficie de la capa y la proporción de aluminio aumenta continuamente hacia la superficie de la capa.

Es ventajoso que al menos la capa de difusión se forme mediante revestimiento del cuerpo básico metálico con una aleación de AlSi_{12} y/o AlSi_6 y subsiguiente tratamiento térmico.

Asimismo es ventajoso que adicionalmente el sector del área de apoyo y/o los canales de ventilación presenten la capa de difusión.

También es ventajoso que la capa de difusión presente una dureza mayor frente a la dureza del material del cuerpo básico metálico.

En una realización ventajosa del disco de freno, la capa de difusión está formada por medio de un tratamiento térmico a 250°C hasta 650°C y en un tiempo de tratamiento de 40 a 300 minutos.

Ventajosamente, los canales de ventilación presentan la capa de difusión y una capa superficial basada en Al con un espesor de capa de 0,01 mm - 0,4 mm.

También es ventajoso que estén presentes sustancias colorantes al menos dentro de la capa de difusión.

La invención se soluciona también con un procedimiento para la producción del disco de freno según la invención, en el que la superficie del cuerpo básico metálico se procesa mecánicamente al menos en el sector de las áreas de fricción formadas, a continuación se dispone una aleación basada en AlSi al menos en el sector de las áreas de fricción formadas por medio de un procedimiento de revestimiento, seguidamente se realiza un tratamiento térmico del disco de freno bajo atmósfera de gas de protección, y finalmente se procesa mecánicamente la superficie del cuerpo básico metálico al menos en el sector de las áreas de fricción.

De modo ventajoso, el área de apoyo y/o los canales de ventilación se revisten adicionalmente con una aleación basada en AlSi.

También es ventajoso que se realice el revestimiento con una aleación de AlSi_{12} o AlSi_6 .

En una configuración ventajosa del procedimiento, el procesamiento mecánico y/o el procedimiento de revestimiento se realiza bajo atmósfera de gas de protección. En otra configuración ventajosa del procedimiento, el tratamiento térmico del disco de freno se realiza en un tiempo de tratamiento de 40 a 300 minutos y a una temperatura de 250°C a 650°C, de modo especialmente ventajoso a una temperatura de 550°C a 600°C.

Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 9 a 13, en el que el disco de freno se precalienta antes del revestimiento a una temperatura de 250°C a 650°C bajo atmósfera de gas de protección.

En una configuración ventajosa del procedimiento, el disco de freno se precalienta a una temperatura de 150°C a 200°C sin atmósfera de gas de protección antes del revestimiento.

5 Y también es ventajoso realizar el revestimiento por medio de inyección de alambre por arco eléctrico, inyección de alambre por arco eléctrico modificada con energía cinética acrecentada de la salpicadura, inyección de alambre a la llama de alta velocidad, inmersión en aluminio líquido, inmersión en barniz, inyección de barniz, soldadura de deposición de polvo por láser, inyección de polvo o revestimiento galvánico.

10 Además es ventajoso realizar tras el revestimiento con un barniz un primer calentamiento inductivo del disco de freno a una temperatura de 250°C a 650°C durante un intervalo de tiempo de 5 a 240 segundos.

Y también es ventajoso, antes o durante del revestimiento, alimentar sustancias colorantes con las que se generan marcas de color dentro de la capa de difusión (3) al menos en el sector de las áreas de fricción (2).

15 Con la primera invención se ha conseguido por primera vez poner a disposición un disco de freno con propiedades de protección anticorrosión y antidesgaste mejoradas que se produce sin una capa adicional sobre el cuerpo básico metálico. Las propiedades de protección antidesgaste y anticorrosión mejoradas se consiguen al menos en el sector de las áreas de fricción, pudiendo presentar también el sector de las áreas de fricción y/o los canales de ventilación la protección antidesgaste y anticorrosión según la invención.

20 En el ámbito de la invención, se entiende por un disco de freno un componente de un sistema de frenado que está constituido por un cuerpo básico metálico y presenta diferentes sectores funcionalizados, como áreas de fricción dispuestas diametralmente, un área de apoyo y canales de ventilación formados por puentes.

25 En el ámbito de la invención, se entiende por un cuerpo básico metálico el disco de freno formado con los sectores funcionalizados, que se produce a partir de acero o fundición gris según la invención.

30 En el ámbito de la invención, se entiende por áreas de fricción áreas tipo disco formadas en uno o dos lados, a través de las que se obtiene la acción de frenado en interacción con pastillas de freno formadas adecuadamente.

35 En el ámbito de la invención, se entiende por un área de apoyo el área del cuerpo básico metálico que está en contacto con una llanta de una rueda y/o con un rodamiento de rueda o un árbol y se une a estos generalmente por cierre de fuerza.

40 En el ámbito de la invención, se entiende por canales de ventilación sectores del cuerpo básico metálico que están formados entre dos áreas de fricción y provocan la descarga de calor del disco de freno y de este modo la refrigeración del disco de freno. Los canales de ventilación están formados por puentes, que unen los sectores de las áreas de fricción opuestos diametralmente. Los canales de ventilación también pueden estar formados como perforaciones o ranuras en las áreas de fricción.

45 Según la invención, las propiedades de protección del disco de freno mejoradas sensiblemente se consiguen presentando al menos el sector de las áreas de fricción una capa de difusión basada en AlSi, que presenta un espesor de capa de 0,1 mm a 0,6 mm y está formada en interacción con el acero o la fundición gris del cuerpo básico metálico.

50 Se determinó que, en el revestimiento de discos de freno, la producción de óxidos de hierro es desfavorable para la formación de una protección antidesgaste y anticorrosión, ya que los óxidos de hierro formados sobre la superficie metálica del cuerpo básico proporcionan condiciones de adherencia deterioradas que obstaculizan o impiden la formación de aluminuro y además desencadenan una descamación quebradiza de la capa de protección antidesgaste y anticorrosión.

55 Para impedir esto, según la invención se propone procesar mecánicamente el cuerpo básico metálico en un primer paso de procedimiento al menos en el sector de las áreas de fricción antes del revestimiento con la aleación basada en AlSi, proponiéndose ventajosamente realizar el procesamiento mecánico mediante chorreo con arena doble en el sentido de rotación y contra el mismo con corindón en un ángulo de chorreo de aproximadamente 45°. De este modo se produce una superficie ampliada al menos en el sector de las áreas de fricción, que posibilitan condiciones de adherencia y difusión mejorada para la capa antidesgaste y anticorrosión a generar.

60 Es especialmente ventajoso efectuar el procesamiento mecánico del material del cuerpo básico metálico bajo atmósfera de gas de protección para evitar la formación inmediata de óxidos de hierro durante y tras el procesamiento mecánico de la superficie. Como gas de protección se pueden emplear, por ejemplo, argón o nitrógeno. Además, se propone ventajosamente realizar todos los pasos de procedimiento bajo atmósfera de gas de protección para evitar cualquier proceso de oxidación que sea desventajoso para un crecimiento deseado de la capa de difusión según la invención y el espesor de capa deseado de 0,1 mm a 0,6 mm.

65

Según la invención se propone aplicar una aleación basada en AlSi sobre el material del cuerpo básico metálico al menos en el sector de las áreas de fricción tras el procesamiento mecánico de la superficie del cuerpo básico metálico. Ventajosamente, el revestimiento del cuerpo básico metálico con la aleación basada en AlSi se puede efectuar asimismo bajo atmósfera de gas de protección para contrarrestar además la formación de óxidos de hierro.

Mediante la aplicación de un procedimiento de revestimiento térmico se posibilita generar una capa basada en AlSi de grano especialmente fino y muy adherente al menos en el sector de las áreas de fricción para poder realizar a continuación la capa de difusión según la invención en el material del cuerpo básico metálico por medio de un tratamiento térmico.

Según la invención se pudo descubrir que, con una composición de aleación basada en AlSi como material de revestimiento, se obtiene una protección antidesgaste y anticorrosión especialmente ventajosa, que se genera mediante el tratamiento térmico según la invención a una temperatura de 250°C - 650°C, preferentemente a 550°C hasta 600°, y en un tiempo de tratamiento de 40 a 300 minutos dentro del material metálico del cuerpo básico mediante difusión y, sorprendentemente, se mantiene también de manera duradera en el caso de procesos de frenado recurrentes.

El intervalo de temperatura ventajoso de 550°C a 600°C conduce a que la velocidad de difusión se aumente en la generación de la capa de difusión y simultáneamente el material aplicado se mantenga por debajo del punto de fusión. Se evita un desprendimiento de la aleación basada en AlSi aplicada del cuerpo básico metálico.

Para el desencadenamiento de los procesos de difusión es especialmente ventajoso precalentar el disco de freno antes del revestimiento a una temperatura de 250°C a 650°C bajo atmósfera de gas de protección. Se determinó que a una temperatura por encima de 200°C, en el calentamiento se producen óxidos de hierro no deseados que se evitan mediante el empleo de una atmósfera de gas de protección.

Una renuncia al empleo de gas de protección en el precalentamiento del disco de freno es posible sorprendentemente si la temperatura de precalentamiento se ajusta únicamente a 150°C hasta 200°C.

No obstante, como es sabido por el estado de la técnica, según la invención la capa de difusión desarrollada a partir de hierro, aluminio y silicio no es una capa de protección antidesgaste y anticorrosión dispuesta sobre la superficie del cuerpo básico metálico. Más bien, al menos en el sector de las áreas de fricción, la protección antidesgaste y anticorrosión se pone a disposición exclusivamente mediante una capa de difusión pura, que está formada mediante el tratamiento térmico selectivo de la aleación basada en AlSi laminada sobre el cuerpo básico metálico mediante procesos de difusión.

Según la invención se determinó sorprendentemente que, mediante la proporción de silicio como componente de aleación, durante el tratamiento térmico se precipitan cristales de silicio homogéneos en la capa de difusión, que conducen a una capa de difusión especialmente homogénea y dura en interacción con el aluminio. La proporción hallada de silicio en la aleación basada en AlSi tiene la ventaja adicional de que el oxígeno se enlaza de modo especialmente ventajoso y de este modo se evitan procesos de oxidación con el material del cuerpo básico metálico mediante formación de óxidos de hierro. La formación de óxido de hierro impedida posibilita un crecimiento sin problemas y rápido de aluminuros de hierro en el material del cuerpo básico con un grosor de capa de 0,1 mm a 0,6 mm.

Además se determinó que, mediante la proporción propuesta de silicio, se evita una oxidación no deseada de aluminio en el sector cercano a la superficie de las áreas de fricción. En este caso, el oxígeno almacenado en la capa de difusión, que podría impedir un crecimiento efectivo de los aluminuros de hierro deseados, se reduce mediante la proporción empleada de silicio en la aleación basada en AlSi.

Para la calidad de la capa generada más tarde mediante difusión es significativo que la capa basada en AlSi aplicada sea en sí lo más densa posible y que la superficie del cuerpo básico metálico esté convenientemente humectada. A tal efecto es ventajoso que las gotitas de fusión (salpicaduras) de la aleación basada en AlSi a aplicar incidan sobre la superficie del cuerpo básico metálico con energía cinética elevada. Esto se consigue en especial mediante los procedimientos de revestimiento inyección de alambre por arco eléctrico, inyección de alambre por arco eléctrico modificada con energía cinética acrecentada de la salpicadura, inyección a la llama de alta velocidad (HVOF) o inyección de alambre a la llama de alta velocidad.

Mediante los procesos de difusión iniciados térmicamente se produce una capa de difusión formada a partir de aluminuros de hierro con una dureza superficial sensiblemente más elevada. El material del cuerpo básico metálico empleado habitualmente es acero o fundición gris, que presenta una dureza superficial de aproximadamente 220 HV.

Con la difusión de la aleación basada en AlSi en el material del cuerpo básico metálico se produce de modo sorprendente una dureza superficial sensiblemente elevada de 350HV a 850HV al menos en las áreas de fricción tratadas mecánicamente a continuación. En este caso, la dureza determinada se pudo determinar a través de la zona de difusión común. La acción técnica especial de la dureza de la capa de difusión determinada consiste en que se

obtiene una abrasión reducida del disco de freno, lo que repercute positivamente sobre la vida útil del disco de freno y además reduce significativamente la emisión de polvo fino.

Otra ventaja de la capa de difusión formada consiste en que se puede suprimir una adherencia entre un cuerpo básico metálico y una capa antidesgaste y anticorrosión aplicada sobre esta, ya que la aleación basada en AlSi se lamina directamente sobre el material del cuerpo básico metálico y crece en este directamente mediante los procesos de difusión iniciados térmicamente como aluminuros de aluminio mediante procesos intermetálicos con el material del cuerpo básico metálico. De este modo se evita un desprendimiento o una liberación de la capa de protección antidesgaste y anticorrosión de la superficie del cuerpo básico metálico.

Con la capa de difusión y la interacción de pastilla de freno, disco de freno y pinza de freno resulta además un desplazamiento positivo de los factores de amortiguación y de las frecuencias propias. Las propiedades de función mejoradas se obtienen ahora activamente en el disco de freno a través de la profundidad y dureza de difusión. Las frecuencias propias y los factores de amortiguación se reducen y de este modo se reduce al menos un residuo caracterizado en círculos especializados o ruidos producidos del disco de freno en procesos de frenado.

Para el revestimiento del cuerpo básico metálico con la aleación basada en AlSi ha demostrado ser especialmente ventajosa la inyección de alambre por arco eléctrico, la inmersión, la inyección de barniz, la soldadura de deposición de polvo por láser o la inyección de polvo, en especial también si el cuerpo básico metálico se calienta antes de la aplicación de la aleación basada en AlSi. Mediante el calentamiento previo del cuerpo básico metálico se inducen más rápidamente los procesos de difusión y se favorece el crecimiento de aluminuros de aluminio dentro del cuerpo básico metálico.

Con el procesamiento final de la superficie en el sector de las áreas de fricción y del área de apoyo, tras el tratamiento térmico se consigue el efecto técnico por el cual se elimina la capa superficial basada en Al excedente y, en contrapartida a discos de freno nitrurados al gas conocidos, el disco de freno según la invención se puede emplear tanto con pastillas de freno NAO (Non Asbestos Organic) como también con pastillas de freno Low Met (Low Metallic).

Con el procesamiento mecánico final se puede corregir además fácilmente una posible deformación del disco de freno sin eliminar en este caso las propiedades antidesgaste y anticorrosión mejoradas. Además, mediante el procesamiento mecánico final se consigue suprimir un paso de trabajo adicional para la eliminación de desequilibrios.

Con el disco de freno novedoso se eliminan inconvenientes muy esenciales de los discos de freno que se encuentran actualmente en el mercado. De este modo se sabe que la altura de la pastilla de freno es menor que la altura del área de fricción del disco de freno.

Por lo tanto, los discos de freno conocidos se dotan de un bisel circunferencial en el perímetro exterior de las áreas de fricción para evitar la entrada de la pastilla de freno en el área de fricción y un desmontaje dificultado y costoso, ocasionado posteriormente, de las pastillas de freno de la unidad de freno. No obstante, la formación de un bisel en el perímetro exterior de las áreas de fricción está vinculado a un paso de trabajo adicional en la producción de las áreas de fricción y con ello a costes de fabricación adicionales.

Mediante el disco de freno según la invención, que presenta la capa de difusión basada en AlSi y formada a partir de aluminuros de aluminio según la invención al menos en el sector de las áreas de fricción, se elimina este inconveniente, ya que mediante la dureza especial de 350 HV a 850 HV se evita una entrada de las pastillas de freno en las áreas de fricción.

En una configuración ventajosa de la invención, además de las áreas de fricción, en el disco de freno también el sector del área de apoyo y los canales de ventilación pueden estar dotados de la aleación basada en AlSi según la invención y formar la capa de difusión según la invención.

La producción de la protección antidesgaste y anticorrosión en el sector de las áreas de apoyo ofrece la ventaja técnica de reducir claramente, a modo de ejemplo en un disco de freno, el comportamiento de asentamiento en la unión por cierre de fuerza con el eje de un vehículo. De este modo se evita un deslizamiento del disco de freno hasta el apoyo en los pernos de rueda.

La producción de una protección antidesgaste y anticorrosión en el sector de los canales de ventilación conduce a que la superficie lisa de los canales de ventilación se mantenga debido a la baja tendencia a la corrosión, en especial también en el caso de influencia de disoluciones salinas invernales y se posibilite un flujo duradero sin fricción de los canales de ventilación y de este modo una disipación de calor invariablemente buena en procesos de frenado.

Debido a la difusión iniciada térmicamente de la aleación basada en AlSi en el material de fusión o acero en los puentes de conexión formados de los canales de ventilación se posibilita por primera vez dimensionar los puentes de conexión con menor grosor de pared. Es sabido que los puentes de conexión conocidos hasta el momento por el estado de la técnica deben presentar un grosor de pared mínimo de 5 mm considerando la protección anticorrosión ausente y el desgaste acrecentado de este modo.

Debido a la protección antidesgaste y anticorrosión según la invención, en el sector de los canales de ventilación se posibilita una reducción significativa de la geometría mínima en aproximadamente 40 % a 50 %, con lo cual se pone a disposición por primera vez un disco de freno optimizado en peso y más económico.

Es concebible que se traten térmicamente solo los sectores locales del disco de freno que están revestidos con la aleación basada en AlSi según la invención. De este modo se consigue que solo en estos sectores se activen procesos de difusión y de este modo el disco de freno se funcionalice selectivamente. De este modo, existe la posibilidad de que se realice un tratamiento térmico selectivo solo en el sector del material del cuerpo básico metálico en el que se debe conseguir una protección antidesgaste y anticorrosión mejorada. De este modo, no es necesario un tratamiento térmico completo del disco de freno total, con lo cual la producción del disco de freno según la invención se vuelve más económica y ahorra tiempo.

En una configuración especialmente ventajosa del disco de freno y del procedimiento de producción, antes o durante el revestimiento se alimentan sustancias colorantes con las que se generan marcas de color dentro de la capa de difusión. De este modo, en especial en el sector de las áreas de fricción, se consigue generar matices de color en la capa de difusión que se pueden emplear y utilizar, a modo de ejemplo, como indicador de desgaste. No obstante, también es posible que las sustancias colorantes constituyan indicadores de temperatura y proporcionen información sobre la temperatura de funcionamiento del disco de freno, a modo de ejemplo de las áreas de fricción.

A continuación se explicará la invención más detalladamente por medio de un ejemplo de realización. En este caso muestran

la Fig. 1

- vista esquemática de una sección transversal a través de un disco de freno y

la Fig. 2

- vista parcial esquemática del disco de freno con capa de difusión.

Se pone a disposición un disco de freno ventilado interiormente de un vehículo de fundición gris, que presenta una dureza de 220 HV. El disco de freno presenta dos áreas de fricción 2 opuestas diametralmente, así como un área de apoyo 6 para la fijación del disco de freno en un eje. Ambas áreas de fricción 2 están unidas a través de canales de ventilación 4 formadas a modo de puente. Por medio de corindón (99,81 % de Al_2O_3 , 0,1 % de Na_2O , 0,04 % de TiO_2 , 0,02 % de SiO_2 , 0,03 % de Fe_2O_3) y bajo aplicación de una atmósfera de gas de protección de nitrógeno, la superficie de ambas áreas de fricción 2 se procesa mecánicamente dos veces en el sentido de rotación del disco de freno y contra el mismo con un ángulo de 45° y de este modo se eliminan contaminaciones, óxidos de hierro, para poner a disposición condiciones de difusión mejoradas para la subsiguiente formación de la capa de difusión. Además se modifica y se elimina la estructura laminar de la fundición gris en el sector próximo a la superficie.

A continuación se alimenta el disco de freno a una planta de revestimiento y se reviste bajo atmósfera de gas de protección de nitrógeno por medio de inyección de alambre por arco eléctrico en el sector de las áreas de fricción 2, el área de apoyo 6, así como los canales de ventilación 4, con una aleación de AlSi₁₂ con un espesor de capa de 0,4 mm. Tras el revestimiento se efectúa un tratamiento térmico del disco de freno completo en un horno bajo atmósfera de gas de protección de argón. El tratamiento térmico se efectúa a 580°C durante 240 minutos y a continuación se refrigera el disco de freno. Mediante el tratamiento térmico se ha formado una capa de difusión 3 de aluminuros de hierro con un espesor de capa de $170\text{ }\mu\text{m}$ a $200\text{ }\mu\text{m}$, así como una capa superficial basada en Al con un espesor de capa de aproximadamente $50\text{ }\mu\text{m}$.

La capa superficial basada en Al excedente se procesa mecánicamente a continuación en el sector de las áreas de fricción 2 y el área de apoyo 6 por medio de pulido y se desgasta hasta la capa de difusión 3, de modo que en el sector de las áreas de fricción 2 y del área de apoyo 6 queda exclusivamente la capa de difusión 3 de aluminuros de hierro desarrollados. En la capa de difusión, el silicio se presenta distribuido de manera homogénea. En el sector de los canales de ventilación 4 no se efectúa un procesamiento mecánico de las superficies.

Las áreas de fricción 2, el área de apoyo 6, así como los canales de ventilación 4, presentan una dureza de 350 HV y presentan protección antidesgaste y anticorrosión a largo plazo.

Lista de signos de referencia

- 1 - Cuerpo básico metálico
- 2 - Área de fricción
- 3 - Capa de difusión

- 4 - Canales de ventilación
- 5 - Eje rotatorio
- 6 - Área de apoyo

REIVINDICACIONES

1. Disco de freno que presenta un cuerpo básico metálico (1) de acero o fundición gris, que presenta al menos un sector con áreas de fricción (2) formadas y al menos un sector con un área de apoyo (6) formada para la fijación del disco de freno, estando presente dentro del cuerpo básico metálico (1), al menos en el sector de las áreas de fricción (2), una capa de difusión (3) formada a partir de hierro, aluminio y silicio, que presenta un espesor de capa de 0,1 mm a 0,6 mm y está formada mediante procesos de difusión en interacción con el acero o la fundición gris del cuerpo básico metálico (1).
2. Disco de freno según la reivindicación 1, en el que están presentes adicionalmente canales de ventilación.
3. Disco de freno según la reivindicación 1 o 2, en el que la capa de difusión (3) está formada como sistema de capas graduado de hierro y aluminio en el espesor de capa, presentándose silicio distribuido de manera homogénea en el sistema de capas graduado, formándose de modo especialmente ventajoso el sistema de capas graduado de tal manera que la proporción de hierro desciende continuamente hacia la superficie de la capa y la proporción de aluminio aumenta continuamente hacia la superficie de la capa, presentándose silicio distribuido de manera homogénea en el sistema de capas graduado.
4. Disco de freno según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos la capa de difusión (3) se forma mediante revestimiento del cuerpo básico metálico (1) con una aleación de $AlSi_{12}$ y/o $AlSi_6$ y subsiguiente tratamiento térmico.
5. Disco de freno según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que adicionalmente el sector del área de apoyo (6) y/o los canales de ventilación (4) presentan la capa de difusión (3), presentando de modo especialmente ventajoso la capa de difusión (3) una dureza mayor frente a la dureza del material del cuerpo básico metálico (1).
6. Disco de freno según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de difusión (3) está formada por medio de un tratamiento térmico a 250°C hasta 650°C y en un tiempo de tratamiento de 40 a 300 minutos.
7. Disco de freno según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que los canales de ventilación (4) presentan la capa de difusión (3) y una capa superficial basada en Al con un espesor de capa de 0,01 mm - 0,4 mm.
8. Disco de freno según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que están presentes sustancias colorantes al menos dentro de la capa de difusión (3).
9. Procedimiento para la producción del disco de freno reivindicado según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la superficie del cuerpo básico metálico (1) se procesa mecánicamente al menos en el sector de las áreas de fricción (2) formadas, a continuación se dispone una aleación basada en AlSi al menos en el sector de las áreas de fricción (2) formadas por medio de un procedimiento de revestimiento, seguidamente se realiza un tratamiento térmico del disco de freno bajo atmósfera de gas de protección, y finalmente se procesa mecánicamente la superficie del cuerpo básico metálico (1) al menos en el sector de las áreas de fricción (2).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que adicionalmente el área de apoyo (6) y/o los canales de ventilación (4) se revisten con una aleación basada en AlSi, realizándose de modo especialmente preferente el revestimiento con una aleación de $AlSi_{12}$ y/o $AlSi_6$.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 9 o 10, en el que el procesamiento mecánico y/o el procedimiento de revestimiento se realiza bajo atmósfera de gas de protección.
12. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 9 a 11, en el que el tratamiento térmico del disco de freno se realiza en un tiempo de tratamiento de 40 a 300 minutos y a una temperatura de 250°C a 650°C, de modo especialmente ventajoso a una temperatura de 550°C a 600°C, precalentándose de modo especialmente ventajoso el disco de freno antes del revestimiento a una temperatura de 250°C a 650°C bajo atmósfera de gas de protección.
13. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 9 a 12, en el que el disco de freno se precalienta antes del revestimiento a una temperatura de 150°C a 200°C sin atmósfera de gas de protección.
14. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 9 a 13, en el que el revestimiento se realiza por medio de inyección de alambre por arco eléctrico, inyección de alambre por arco eléctrico modificada con energía cinética acrecentada de la salpicadura, inyección de alambre a la llama de alta velocidad, inmersión en aluminio líquido, inmersión en barniz, inyección de barniz, soldadura de deposición de polvo por láser, inyección de polvo o revestimiento galvánico, realizándose de modo especialmente ventajoso tras el revestimiento con un barniz un primer calentamiento inductivo del disco de freno a una temperatura de 250°C a 650°C durante un intervalo de tiempo de 5 a 240 segundos.

15. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores 9 a 14, en el que antes o durante el revestimiento se alimentan sustancias colorantes con las que se generan marcas de color dentro de la capa de difusión (3) al menos en el sector de las áreas de fricción (2).

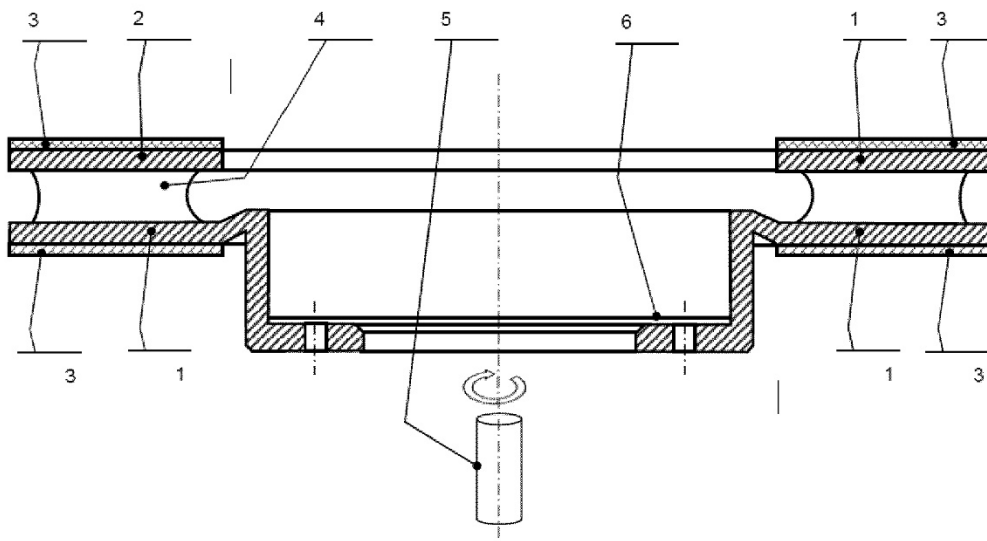


Figura 1

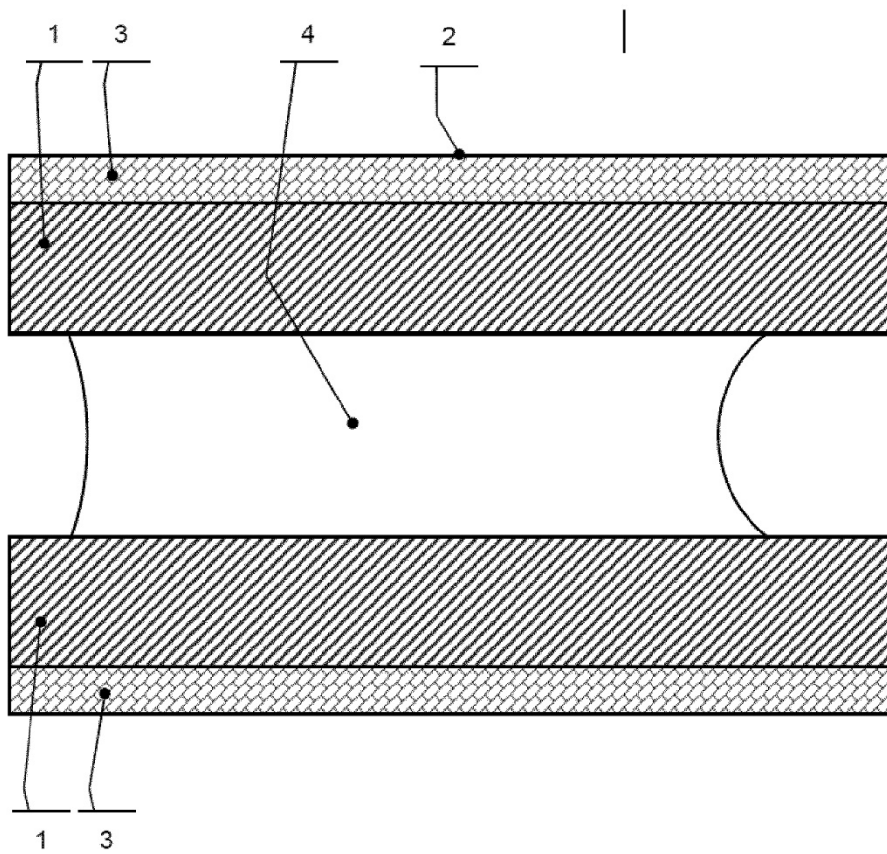


Figura 2