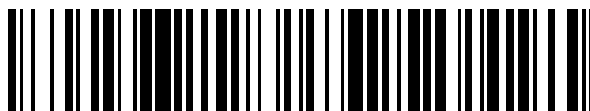


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 364**

51 Int. Cl.:

<b>F16D 65/12</b>	(2006.01)
<b>B23K 26/14</b>	(2014.01)
<b>B61H 5/00</b>	(2006.01)
<b>B23K 26/34</b>	(2014.01)
<b>B22F 3/105</b>	(2006.01)
<b>B22F 7/08</b>	(2006.01)
<b>F16D 69/02</b>	(2006.01)
<b>F16D 65/02</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.09.2014 PCT/JP2014/074328**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015 WO15037731**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2014 E 14843625 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3034902**

54 Título: **Disco de freno y método de fabricación del mismo**

30 Prioridad:

**13.09.2013 JP 2013191081**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.06.2020**

73 Titular/es:

**RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE  
(50.0%)  
8-38, Hikari-cho 2-chome Kokubunji-shi  
Tokyo 185-8540, JP y  
NIPPON STEEL CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**SAGA, SHIN-ICHI;  
KARINO, YASUSHI;  
ASABE, KAZUTAKA;  
SAKAGUCHI, ATSUSHI;  
YONEYAMA, MIKIO y  
TATSUMI, YOSHIHIRO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 767 364 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 y método de fabricación del mismo

5 [Campo técnico de la invención]

La presente invención se refiere a un disco de freno y a un método de fabricación del mismo.

[Técnica relacionada]

10 En una rueda o un eje de un vehículo de ferrocarril tal como el Shinkansen, se proporciona un disco de freno con el fin de obtener una fuerza de frenado presionando una pastilla de freno en el mismo. En este caso, el disco de freno presenta el problema de agrietarse o deformarse debido a la influencia del calor generado durante el frenado. Por tanto, se propone un disco de freno en el que la superficie de un cuerpo principal de disco del disco de freno está recubierta con un material que tiene excelentes propiedades de resistencia frente al calor, mediante lo que pueden suprimirse las grietas o las deformaciones generadas debido al calor del freno.

15 Por ejemplo, en un disco de freno dado a conocer en el documento de patente 1, en primer lugar, se lleva a cabo un tratamiento de ráfaga sobre la superficie del cuerpo principal de disco. Es decir, las partículas realizadas de un material inorgánico se pulverizan sobre la superficie del cuerpo principal de disco a una presión predeterminada, mediante lo que se forma una capa rugosa de manera no uniforme sobre la superficie del cuerpo principal de disco.  
20 Además, se forma una capa de unión metálica sobre la superficie de la capa rugosa, y entonces, se pulveriza térmicamente un elemento de cerámica que tiene excelentes propiedades de resistencia frente al calor y tenacidad tal como circonia sobre la superficie de la capa de unión metálica, mediante lo que se forma una capa de recubrimiento resistente al calor sobre la superficie de la capa de unión metálica. Según la constitución anteriormente descrita del disco de freno, dado que se reduce la conducción de calor generado durante el frenado al  
25 cuerpo principal de disco debido a la capa de recubrimiento resistente al calor, se suprime la generación de grietas o deformaciones del cuerpo principal de disco.

30 En esta técnica de tratamiento de superficie para mejorar la resistencia a grietas térmica de un disco de freno que se da a conocer en el documento de patente 1, el cuerpo principal de disco y la capa de recubrimiento resistente al calor se unen de manera resistente en conjunto a través de la capa rugosa y la capa de unión metálica. Por tanto, la resistencia de la unión entre el cuerpo principal de disco y la capa de recubrimiento resistente al calor en la técnica de tratamiento de superficie dada a conocer en el documento de patente 1 mejora en comparación con las técnicas de tratamiento de superficie de la técnica relacionada tal como un método de pulverización térmica o un método de recubrimiento, pero sigue siendo insuficiente en un entorno de frenado (rotación a alta velocidad, carga oscilante, y  
35 temperatura elevada) durante desplazamientos a alta velocidad.

Mientras tanto, como técnica de la técnica relacionada para suprimir grietas térmicas generadas cuando se enfría una superficie de fricción del disco de freno, existe un disco de freno (disco de revestimiento) que tiene un material de hierro fundido que se funde con la superficie del cuerpo principal de disco, pero ha existido el problema de una  
40 baja resistencia de adhesión entre el cuerpo principal de disco y la capa de hierro fundido. Además, el disco de freno de acero forjado de la técnica relacionada presenta propiedades de resistencia frente al calor y resistencia a grietas, pero no experimenta ningún tratamiento de superficie. Por tanto, el disco de freno de acero forjado de la técnica relacionada presenta el problema de ser susceptible al calor generado durante el frenado.

45 El documento de patente 2 da a conocer un método de fabricación de un disco de freno para resolver el problema anteriormente descrito de la influencia del calor.

50 En el método de fabricación de un disco de freno dado a conocer en el documento de patente 2, se lleva a cabo un tratamiento de superficie por medio de soldadura, y soldadura por arco de plasma transferido (soldadura de PTA) se lleva a cabo en la superficie del cuerpo principal de disco con el fin de mitigar la influencia del calor representada por las grietas térmicas.

55 Específicamente, en el método de fabricación de un disco de freno dado a conocer en el documento de patente 2, se fabrica un disco de freno laminando una pluralidad de capas de un material de soldadura obtenido dispersando partículas de metal con un elevado punto de fusión que tienen un punto de fusión más elevado que el cuerpo principal de disco en un material de matriz en la superficie del cuerpo principal de disco que se une a un cuerpo rotatorio que rota de manera solidaria con un eje por medio de soldadura de PTA.

60 El documento US 2008/0196986 A1 (base del preámbulo de las reivindicaciones 1 y 4, respectivamente) da a conocer un disco de freno formado por cerámica ligera y materiales compuestos de cerámica, teniendo el disco de freno un revestimiento que solapa al menos una parte del disco de freno. El disco de freno incluye superficies paralelas. Al menos una parte de las superficies paralelas se revisten con un material de revestimiento para aumentar el desgaste y disminuir la corrosión. El revestimiento sobre el disco de freno incluye múltiples capas del material de revestimiento. El material de revestimiento incluye partículas de material de revestimiento configuradas  
65 para construir un patrón de repetición que es consistente con una estructura enrejada cuando se aplica sobre las superficies paralelas del disco de freno.

El documento US 2007/0202351 A1 da a conocer un método para la deposición de una superficie resistente al desgaste dura sobre un material de base poroso o no poroso de un implante médico.

- 5 El documento FR 2 717 875 A1 da a conocer un disco de múltiples materiales para un frenado de alta energía, incluyendo el disco de múltiples materiales uno o más revestimientos de cerámica o cermet.

[Documentos de la técnica anterior]

- 10 [Documentos de patente]

Documento de patente 1 Solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación n.º 2009-63072  
Documento de patente 2 Solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación n.º 2012-233530

[Exposición de la Invención]

- 15 [Problemas a resolver por la Invención]  
Sin embargo, en la soldadura de PTA dada a conocer en el documento de patente 2, el precalentamiento resulta necesario durante la soldadura, y se genera deformación térmica debido a que el disco cuerpo principal alcanza una temperatura extremadamente elevada, y, por tanto, el cuerpo principal de disco se deforma. Por tanto, existe el problema de que resulta necesario llevar a cabo un tratamiento previo con el fin de proporcionar una forma cónica inversa al cuerpo principal de disco antes de la soldadura.

- 20 Además, en la soldadura de PTA dada a conocer en el documento de patente 2, dado que una soldadura objeto se deforma adicionalmente de manera térmica a medida que aumenta el tamaño o la longitud de la misma, resulta difícil hacer el cuerpo principal de disco más delgado.

- 25 Además, en un caso en el que se emplea la soldadura de PTA, el cuerpo principal de disco se funde para dar una capa de recrecimiento debido al plasma a temperatura elevada (la cantidad fundida se encuentra en un intervalo entre el 10% y el 20%). Como resultado, se provoca un problema de degradación de la resistencia y funcionalidad de la capa de recrecimiento o se crea un nuevo problema de generación de una mala soldadura que da como resultado cordones, sopladuras, o picaduras que tienen formas irregulares.

- 30 Además, con el fin de formar una capa de recrecimiento en la superficie del cuerpo principal de disco por medio de soldadura de PTA, es necesario generar una descarga de arco a alta temperatura, y, por tanto, surge otro problema de aumento de costes de producción.

- 35 La presente invención se ha realizado teniendo en consideración las circunstancias anteriormente descritas, y un objeto de la presente invención es proporcionar un disco de freno que pueda reducir el grosor de un cuerpo principal de disco y que pueda impedir la degradación de resistencia y funcionalidad de una capa de recrecimiento, y un método de fabricación del mismo.

[Medios para resolver el problema]

- 40 Con el fin de resolver el problema anteriormente descrito y lograr el objeto, la presente invención emplea los siguientes medios.

- 45 Se proporcionan un disco de freno y un método de fabricación de un disco de freno tal como se mencionan en las reivindicaciones 1 y 4 independientes, respectivamente. Las reivindicaciones 2-3 y 5-6 dependientes definen realizaciones adicionales.

- 50 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un disco de freno que detiene la rotación de un eje cuando una pastilla de freno se presiona contra una superficie del disco de freno, que incluye un cuerpo principal de disco que se une a un cuerpo rotatorio que rota de manera solidaria con el eje; y una pluralidad de capas de recrecimiento laminadas en una superficie del cuerpo principal de disco, en el que las capas de recrecimiento se laminan en la superficie del cuerpo principal de disco por medio de soldadura por deposición láser de metales.

- 55 En el disco de freno según la presente invención, la capa de recrecimiento está constituida por una estructura laminada formada por dos o más capas laminadas en la superficie del cuerpo principal de disco, y la estructura laminada incluye una capa interior de una matriz que se lamina en el cuerpo principal de disco y no incluye partículas de metal con alto punto de fusión que tienen un mayor punto de fusión que el cuerpo principal de disco y una capa exterior que se forma en la capa interior e incluye la matriz y las partículas de metal con alto punto de fusión.

- 60 Las partículas de metal con alto punto de fusión pueden incluir molibdeno, tungsteno, niobio, o tantalio, o una combinación de los mismos.

- 65 La capa exterior de la capa de recrecimiento puede incluir, además, partículas de cerámica; y una cantidad de las

partículas de cerámica en la capa exterior puede ser superior al 0% y al 50% o inferior en cuanto al % en masa.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un disco de freno que detiene la rotación de un eje cuando una pastilla de freno se presiona contra una superficie del disco de freno, que incluye una etapa de formación de capa de recrecimiento de formación de una capa de recrecimiento en una superficie de un cuerpo principal de disco que se une a un cuerpo rotatorio que rota de manera solidaria con el eje por medio de soldadura por deposición láser de metales.

Según la presente invención, la etapa de formación de capa de recrecimiento incluye una primera etapa de formación de una capa interior de la capa de recrecimiento en la superficie del cuerpo principal de freno radiando haces de láser en la superficie del cuerpo principal de disco y suministrar un primer polvo metálico en una posición irradiado con los haces de láser para fundir el primer polvo metálico; y una segunda etapa de formación de una capa exterior de la capa de recrecimiento en una superficie de la capa interior radiando haces de láser en la superficie de la capa interior y suministrar un segundo polvo metálico en una posición irradiado con los haces de láser para fundir el segundo polvo metálico. Además, el primer polvo metálico son partículas de una matriz que no incluyen partículas de metal con un alto punto de fusión que tienen un punto de fusión superior a un punto de fusión del cuerpo principal de disco, y el segundo polvo metálico es una mezcla de polvo de las partículas de la matriz y las partículas de metal con alto punto de fusión que tienen un punto de fusión superior a un punto de fusión del cuerpo principal de disco.

Las partículas de metal con alto punto de fusión pueden incluir molibdeno, tungsteno, niobio, o tantalio, o una combinación de los mismos.

El segundo polvo metálico puede ser una mezcla de polvo de las partículas de la matriz, las partículas de metal con un alto punto de fusión, y las partículas de cerámica; y una cantidad de las partículas de cerámica en el segundo polvo metálico puede ser superior al 0% y 50% o inferior en cuanto al % en masa.

[Efectos de la Invención]

En el aspecto anteriormente descrito, dado que la capa de recrecimiento se lamina en el cuerpo principal de disco usando soldadura por deposición láser de metales (soldadura de LMD) en la que una influencia térmica es menor que en la soldadura de PTA de la técnica relacionada, no es necesario el precalentamiento que se requiere en la soldadura de PTA de la técnica relacionada, se suprime la deformación térmica generada durante la soldadura, y, por tanto, es posible suprimir la deformación del cuerpo principal de disco. Como resultado, según el aspecto anteriormente descrito, es posible reducir el grosor del cuerpo principal de disco.

Además, en el aspecto anteriormente descrito, dado que se usa la soldadura de LMD que tiene una menor influencia térmica que soldadura de PTA, también es posible impedir que el cuerpo principal de disco se fusione para dar la capa de recrecimiento. Como resultado, según el aspecto anteriormente descrito, es posible impedir la degradación de la resistencia y la funcionalidad de la capa de recrecimiento. Además, dado que también es posible suprimir la generación de malos resultados de soldadura tales como cordones, sopladuras, o picaduras que tiene formas irregulares en la capa de recrecimiento, resulta posible impedir adicionalmente una disminución de la resistencia de la capa de recrecimiento.

Además, en el aspecto anteriormente descrito, dado que la capa de recrecimiento se lamina en el cuerpo principal de disco usando soldadura de LMD que tiene una menor influencia térmica que la soldadura de PTA de la técnica relacionada, es posible usar partículas de cerámica que tienen un punto de fusión relativamente bajo (por ejemplo, alúmina) como las partículas que se dispersan en la capa de recrecimiento.

Además, en el aspecto anteriormente descrito, dado que la capa interior (la primera capa) de la capa de recrecimiento laminada en el cuerpo principal de disco no incluye ninguna partícula de metal con alto punto de fusión, es posible potenciar la adhesión entre la capa de recrecimiento y el cuerpo principal de disco. Además, dado que las partículas de metal con alto punto de fusión en la capa exterior (la segunda capa y la tercera capa) de la capa de recrecimiento permanecen en la capa exterior como las partículas de metal incluso después de la soldadura, es posible impartir fuertes propiedades de resistencia frente al calor al cuerpo principal de disco e impedir que la capa de recrecimiento se agriete después de la soldadura.

Además, en el aspecto anteriormente descrito, un material de soldadura obtenido dispersando partículas de metal con un alto punto de fusión que tienen un punto de fusión más alto que el cuerpo principal de disco se lamina en la superficie del cuerpo principal de disco que se une a un cuerpo rotatorio que rota de manera solidaria con un eje por medio de soldadura de LMD. Según el aspecto anteriormente descrito, el temple del cuerpo principal de disco debido al calor de fricción generado durante el frenado durante los desplazamientos se suprime debido a la capa de recrecimiento formada en el cuerpo principal de disco usando soldadura de LMD, y por tanto, es posible suprimir la generación de grietas o deformaciones en la superficie del cuerpo principal de disco e impartir ambas propiedades de resistencia frente al calor y resistencia térmica a grietas al disco de freno.

[Breve descripción de los dibujos]

La figura 1 es una vista frontal esquemática que muestra una apariencia de un aparato de frenado

Shinkansen que incluye un disco de freno según una realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista en sección esquemática que muestra una sección transversal de la línea AA en la figura 1.

5 La figura 3 es una vista en sección transversal esquemática que muestra las proximidades de una superficie del disco de freno según la presente realización.

La figura 4A es una vista constitucional esquemática de un aparato de soldadura de LMD que se usa para formar una capa de recrecimiento en la presente realización.

La figura 4B es una vista constitucional esquemática de un aparato de soldadura de PTA de la técnica relacionada.

10 La figura 5 es una tabla que muestra las condiciones de soldadura del aparato de soldadura de LMD.

La figura 6 es una tabla que muestra los resultados de comparación característicos entre la soldadura de LMD, la soldadura de PTA, y la pulverización térmica de plasma.

La figura 7 es una gráfica que muestra una relación entre la distancia desde una capa de superficie de la capa de recrecimiento y la dureza Vickers.

15 La figura 8 muestra una fotografía de la apariencia de la capa de recrecimiento (A) observada desde arriba y una microfotografía en sección transversal de la capa de recrecimiento (B).

La figura 9 muestra una fotografía de la apariencia de la capa de recrecimiento (A) y una fotografía que muestra el resultado de inspección de penetración de líquido de la superficie de la capa de recrecimiento (B).

20 La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra un método de fabricación de un disco de freno según una realización de la presente invención.

[Realizaciones de la Invención]

A continuación, en el presente documento, se describirá una realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

25 La figura 1 es una vista frontal esquemática que muestra la apariencia de un aparato 10 de frenado de Shinkansen que incluye un disco 13 de freno según la presente realización. Además, la figura 2 es una vista en sección transversal esquemática que muestra una sección transversal de la línea A-A en la figura 1.

30 Tal como se muestra en la figura 1, el aparato 10 de frenado de Shinkansen incluye una rueda 11 sustancialmente redonda (cuerpo rotatorio), un eje 12 insertado en la rueda 11, un disco 13 de freno unido a la superficie de extremo de la rueda 11, y una pastilla 14 de freno dispuesta cerca del disco 13 de freno.

35 Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, la rueda 11 incluye una parte 111 de placa plana que tiene un grosor constante en una dirección axial Y de la rueda 11, una parte 112 de reborde que se proporciona en la parte de borde exterior de la parte 111 de placa plana en una dirección radial X de la rueda 11 y tiene un grosor en la dirección axial Y es más grueso que el de la parte 111 de placa plana, una parte 113 en saliente que se proporciona en la parte central de la parte 111 de placa plana en la dirección radial X de la rueda 11 y tiene un grosor en la dirección axial Y que es más grueso que los de la parte 111 de placa plana y la parte 112 de reborde, y un orificio 114 de inserción de eje que penetra en la parte 113 en saliente en la dirección axial Y.

40 Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, el eje 12 se inserta en el orificio 114 de inserción de eje de la rueda 11 y se fija a la rueda 11. Cuando el eje 12 se acciona en rotación usando un aparato de accionamiento (un motor o similar), no se muestra, la rueda 11 y el eje 12 rotan de manera solidaria uno con respecto a otro.

45 El disco 13 de freno cumple la función de obtener una fuerza de frenado cuando la pastilla 14 de freno se presiona contra el mismo. Tal como se muestra en la figura 1, el disco 13 de freno es un elemento de placa plano que tiene una forma anular sustancialmente circular. El diámetro exterior del disco 13 de freno es menor que el diámetro interior de la parte 112 de reborde de la rueda 11. El diámetro interior del disco 13 de freno es mayor que el diámetro exterior de la parte 113 en saliente de la rueda 11. Además, tal como se muestra en la figura 2, el grosor del disco 13 de freno es sustancialmente igual a la altura que sobresale de la parte 112 de reborde con respecto a la parte 111 de placa plana de la rueda 11. Además, tal como se muestra en las figuras 1 y 2, en el disco 13 de freno, una pluralidad de orificios 131 de inserción se forman a intervalos predeterminados a lo largo de la dirección circunferencial.

50 La figura 3 es una vista en sección transversal esquemática que muestra las proximidades de la superficie del disco 13 de freno. El disco 13 de freno incluye un cuerpo 133 principal de disco y una capa 134 de recrecimiento formada en la superficie del cuerpo 133 principal de disco por medio de soldadura por deposición láser de metales (soldadura de LMD).

55 El cuerpo 133 principal de disco es el cuerpo principal del disco 13 de freno obtenido formando acero forjado, que es un producto de acero para forjar, en una forma de anillo circular. Mientras tanto, el material del cuerpo 133 principal de disco no se limita a acero forjado y puede ser acero al carbono que tiene un rendimiento de coste excelente o hierro fundido perlítico que tiene unas propiedades de conducción del calor y resistencia al desgaste excelentes.

60 La capa 134 de recrecimiento está constituida por una estructura laminada compuesta por una primera capa 134A

de recrecimiento laminada en la superficie del cuerpo 133 principal de disco por medio de unión por fusión, una segunda capa 134B de recrecimiento laminada en la superficie de la primera capa 134A de recrecimiento por medio de unión por fusión, y una tercera capa 134C de recrecimiento laminada en la superficie de la segunda capa 134B de recrecimiento por medio de unión por fusión.

5 Mientras tanto, en la capa 134 de recrecimiento (134A a 134C) en el cuerpo 133 principal de disco, la primera capa 134A de recrecimiento forma una capa interior, y la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento forman una capa exterior.

10 Además, la superficie de la tercera capa 134C de recrecimiento ubicada en la parte más superior sirve como una superficie 135 de fricción que se presiona por la pastilla 14 de freno. Mientras tanto, tal como se muestra en la figura 3, se forma una estructura integrada uniforme que no presenta cambios microestructurales entre las capas 134A a 134C de recrecimiento respectivas debido a una unión por fusión por medio de soldadura.

15 Tal como se muestra en la figura 3 y según la presente invención, la primera capa 134A de recrecimiento es una capa formada por una matriz 136 predeterminada. La dureza Vickers de la primera capa 134A de recrecimiento es 220 [Hv] o mayor y 270 [Hv] o inferior. El grosor de la primera capa 134A de recrecimiento se encuentra en un intervalo entre 1 [mm] y 5 [mm].

20 La matriz 136 es, por ejemplo, una aleación a base de níquel. Ejemplos de la aleación a base de níquel incluyen una aleación C HASTELLOY (marca registrada). En este caso, la aleación C HASTELLOY se refiere a una aleación que contiene, respectivamente, como componentes químicos, cromo (Cr): 15%, molibdeno (Mo): 16%, y tungsteno (W): 4% en cuanto al % en masa con un restante de níquel (Ni). Mientras tanto, la matriz 136 no se limita a la aleación a base de níquel, y puede usarse un material que tiene una alta conductividad térmica tal como cobre y una aleación de cobre tal como aluminio-bronce, plata y una aleación de plata, o aluminio o una aleación de aluminio como matriz 136.

25 La primera capa 134A de recrecimiento inicialmente laminada en la superficie del cuerpo 133 principal de disco no incluye las partículas de metal con alto punto de fusión descritas a continuación. Por tanto, es posible potenciar la adhesión entre la primera capa 134A de recrecimiento y el cuerpo 133 principal de disco.

30 Tal como se muestra en la figura 3, la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento son capas formadas por la matriz 136 y contienen partículas 137 de metal con alto punto de fusión que tienen un punto de fusión superior al punto de fusión del cuerpo 133 principal de disco. La matriz 136 en la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento cumple una función de unir de manera homogénea las partículas 137 de metal con alto punto de fusión. La dureza Vickers de la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento es de 220 [Hv] o superior y de 270 [Hv] o inferior. En este caso, en la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento, solo se dispersan las partículas 137 de metal con alto punto de fusión en la matriz 136. Sin embargo, en la presente realización, la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento incluyen partículas 138 de cerámica duras (por ejemplo, partículas de alúmina) junto con las partículas 137 de metal con alto punto de fusión. La cantidad de las partículas 138 de cerámica duras en la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento es superior al 0% y al 50% o inferior en cuanto al % en masa.

45 En el campo de la soldadura de recrecimiento, dado que es necesario suprimir el coeficiente de fricción de la superficie de la capa de recrecimiento a un nivel extremadamente bajo, es habitual no añadir partículas de cerámica a la capa de recrecimiento. Sin embargo, en la presente realización, con el fin de obtener una fuerza de frenado requerida para el disco 13 de freno, las partículas 138 de cerámica duras se añaden a la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento. Desde el punto de vista del coeficiente de fricción promedio, la cantidad de desgaste, y la supresión de exfoliación de límites de grano entre las partículas 138 de cerámica y la matriz 136, la cantidad de las partículas 138 de cerámica duras en la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento es, preferiblemente, superior al 0% y 50% o inferior.

50 La segunda capa 134B de recrecimiento constituida tal como se describió anteriormente se lamina en la superficie de la primera capa 134A de recrecimiento, y la tercera capa 134C de recrecimiento se lamina en la superficie de la segunda capa 134B de recrecimiento, respectivamente, en un grosor en un intervalo entre aproximadamente 1 mm y 5 mm. Mientras tanto, básicamente, la tercera capa 134C de recrecimiento tiene la misma constitución que la segunda capa 134B de recrecimiento.

60 Las partículas 137 de metal con alto punto de fusión cumplen la función de impartir fuertes propiedades de resistencia frente al calor al cuerpo 133 principal de disco. Las partículas 137 de metal con alto punto de fusión son partículas de un metal que tiene un punto de fusión más alto en comparación con el cuerpo 133 principal de disco e incluyen molibdeno (Mo), tungsteno (W), niobio (Nb), o tantalio (Ta), o una combinación de los mismos.

65 La cantidad de las partículas 137 de metal con alto punto de fusión en la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento es superior al 0% y al 80% o inferior en cuanto al % en masa.

Además, de entre las partículas 137 de metal con alto punto de fusión, las partículas que tienen un tamaño de grano promedio de 75 µm o mayor y 100 µm o menor representan del 70% al 80% del número total de las partículas, y las partículas que tienen un tamaño de grano promedio de 10 µm o mayor y 45 µm o menor representan el resto.

5 Tal como se muestra en la figura 2, el disco 13 de freno constituido tal como se describió anteriormente se dispone en la parte 111 de placa plana de la rueda 11 en un estado en el que un lado en el que se forma una parte 132 de muesca está orientado hacia el lado de la rueda 11 y se fija a la rueda 11 usando un perno 16 de fijación insertado en el orificio 131 de inserción de perno.

10 Además, tal como se describió anteriormente, el diámetro exterior del disco 13 de freno es menor que el diámetro interior de la parte 112 de reborde. El diámetro interior del disco 13 de freno es mayor que el diámetro exterior de la parte 113 en saliente.

15 Por tanto, tal como se muestra en la figura 2, un hueco 17 que tiene una anchura predeterminada se forma entre el disco 13 de freno y la parte 113 en saliente en un estado en el que el disco 13 de freno se fija a la parte 111 de placa plana de la rueda 11.

20 Tal como se muestra en la figura 1, la pastilla 14 de freno se proporciona en una ubicación opuesta al disco 13 de freno en la dirección radial X de la rueda 11. Aunque no se muestra en detalle, la pastilla 14 de freno se proporciona para poder moverse en la dirección axial Y de la rueda 11. Cuando la pastilla 14 de freno se mueve hacia el disco 13 de freno, la superficie 135 de fricción (la superficie de la tercera capa 134C de recrecimiento) del disco 13 de freno se presiona por la pastilla 14 de freno. En un caso de este tipo, se genera una fuerza de frenado que detiene el eje 12 que rota de manera solidaria con el disco 13 de freno. Por otro lado, cuando la pastilla 14 de freno se separa del disco 13 de freno, se permite la rotación del eje 12.

25 A continuación, se describirá el efecto del disco 13 de freno según la presente realización. En el disco 13 de freno según la presente realización, la capa 134 de recrecimiento se lamina en la superficie del cuerpo 133 principal de disco por medio de soldadura de LMD. Por tanto, en la superficie de límite entre el cuerpo 133 principal de disco y la primera capa 134A de recrecimiento, la resistencia a la adhesión entre el cuerpo 133 principal de disco y la primera capa 134A de recrecimiento mejora debido a una unión por fusión. Por tanto, en un entorno de frenado durante desplazamientos a alta velocidad, es posible impedir que la capa 134 de recrecimiento se exfolie de la superficie del cuerpo 133 principal de disco.

30 Además, la dureza Vickers de la capa 134 de recrecimiento es de 220 [Hv] o superior y de 270 [Hv] o inferior. Tal como se describió anteriormente, la dureza Vickers de la capa 134 de recrecimiento está por debajo de 350 [Hv] que es una dureza Vickers que cumple un estándar de rugosidad general que determina si las grietas se inician y se propagan. Por tanto, incluso en un entorno de frenado durante los desplazamientos a alta velocidad, no se producen fácilmente grietas o deformaciones en la capa 134 de recrecimiento.

35 Además, se imparte una alta tenacidad al cuerpo 133 principal de disco por medio de un tratamiento de calor durante la fabricación del mismo. Durante la laminación de la primera capa 134A de recrecimiento, cuando el calor generado a partir de la soldadura de LMD (calor generado mediante haces de láser que impactan contra el cuerpo 133 principal de disco) se aplica al cuerpo 133 principal de disco, se genera una capa templada (no se muestra), y por tanto el cuerpo 133 principal de disco se endurece.

40 Mientras tanto, durante la laminación de la segunda capa 134B de recrecimiento, dado que el calor generado debido a la soldadura de LMD se transfiere al cuerpo 133 principal de disco a través de la primera capa 134A de recrecimiento, la cantidad de calor transferido al cuerpo 133 principal de disco disminuye. Por tanto, la capa templada generada durante la laminación de la primera capa 134A de recrecimiento se tiempla debido al calor aplicado durante la laminación de la segunda capa 134B de recrecimiento. Por tanto, la tenacidad se imparte al cuerpo 133 principal de disco endurecido.

45 Además, durante la laminación de la tercera capa 134C de recrecimiento, dado que el calor generado debido a la soldadura de LMD se transfiere al cuerpo 133 principal de disco a través de la segunda capa 134B de recrecimiento y la primera capa 134A de recrecimiento, la cantidad de calor transferido al cuerpo 133 principal de disco disminuye adicionalmente. Por tanto, de manera similar al caso anteriormente descrito, la capa templada generada durante la laminación de la primera capa 134A de recrecimiento se tiempla, y por tanto la tenacidad del cuerpo 133 principal de disco mejora adicionalmente. Como resultado, incluso en un entorno de frenado durante desplazamientos a alta velocidad, no se producen fácilmente grietas o deformaciones en el cuerpo 133 principal de disco.

50 Mientras tanto, tras comenzar a usar el disco 13 de freno, dado que la capa templada generada en el cuerpo 133 principal de disco se tiempla adicionalmente debido al calor generado durante el frenado, la resistencia a grietas del cuerpo 133 principal de disco mejora adicionalmente.

55 A continuación, se describirá un aparato 20 de soldadura de LMD que se usa para laminar la capa 134 de

## ES 2 767 364 T3

recrecimiento en la superficie del cuerpo 133 principal de disco con referencia a las figuras 4A y 4B.

Mientras tanto, la figura 4A es una vista en sección transversal frontal del aparato 20 de soldadura de LMD en la presente realización. La figura 4B es una vista en sección frontal de un aparato 30 de soldadura de PTA mostrado como ejemplo comparativo.

Tal como se muestra en la figura 4A, el aparato 20 de soldadura de LMD en la presente realización incluye un soplete 21 de soldadura, un orificio 22 central que se forma en la parte central del soplete 21 de soldadura y a través del que pasa un haz de láser L suministrado desde un oscilador de láser (no se muestra), y una trayectoria 23 de suministro de agua de enfriamiento, una trayectoria 24 de suministro de gas de protección, y una trayectoria 25 de suministro de material de soldadura que se forman, respectivamente, en una forma concéntrica alrededor del orificio 22 central.

La trayectoria 23 de suministro de agua de enfriamiento se dispone fuera del orificio 22 central y cumple la función de trayectoria de flujo a través de la que se suministra agua de enfriamiento RW.

La trayectoria 24 de suministro de gas de protección y la trayectoria 25 de suministro de material de soldadura se disponen para ser adyacentes entre sí fuera de la trayectoria 23 de suministro de agua de enfriamiento. Un gas de protección SG se suministra a la trayectoria 24 de suministro de gas de protección. Un material 26 de soldadura (polvo metálico) se suministra a la trayectoria 25 de suministro de material de soldadura. Una boquilla 27 se proporciona en la punta de la trayectoria 24 de suministro de gas de protección, y el gas de protección SG se pulveriza hacia la superficie del cuerpo 133 principal de disco desde la boquilla 27. Una boquilla 28 se proporciona en la punta de la trayectoria 25 de suministro de material de soldadura, y el material 26 de soldadura se pulveriza hacia la superficie del cuerpo 133 principal de disco desde la boquilla 28.

Los detalles se describirán a continuación; sin embargo, en un caso en el que se forma la primera capa 134A de recrecimiento, se usa un primer polvo metálico que son partículas de la matriz 136 como el material 26 de soldadura. Además, en un caso en el que se forman la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento, se usa un segundo polvo metálico que es la mezcla de polvo de las partículas de la matriz 136, las partículas 137 de metal con alto punto de fusión, y las partículas 138 de cerámica duras como el material 26 de soldadura.

El material 26 de soldadura anteriormente descrito se transporta usando un gas portador CG que fluye a través de la trayectoria 25 de suministro de material de soldadura.

Además, como gas portador CG, se usan gases inertes tales como gas de argón o gas de helio. Además, se impide la oxidación del cuerpo 133 principal de disco y la capa 134 de recrecimiento debido al gas de protección SG suministrado a la trayectoria 24 de suministro de gas de protección.

En el aparato 20 de soldadura de LMD constituido tal como se describió anteriormente, el haz de láser L se radia en la superficie del cuerpo 133 principal de disco desde el soplete 21 de soldadura, y el material 26 de soldadura (el primer polvo metálico o el segundo polvo metálico) se suministra a una posición de irradiación de láser (una posición indicada con un signo de referencia P en la figura 4A) usando el gas portador CG a través de la trayectoria 25 de suministro de material de soldadura.

El material 26 de soldadura suministrado a la posición de irradiación de láser P se funde aplicando una fuerte energía calorífica usando el haz de láser L. Cuando el material 26 de soldadura fundido se solidifica, se forma la capa 134 de recrecimiento. Cuando el soplete 21 de soldadura se mueve a una velocidad constante a lo largo de la superficie del cuerpo 133 principal de disco al mismo tiempo que la radiación del haz de láser L y el suministro del material 26 de soldadura, es posible formar la capa 134 de recrecimiento teniendo un grosor constante en la superficie del cuerpo 133 principal de disco. Tal como se describió anteriormente, cuando el soplete 21 de soldadura se mueve de manera alterna una pluralidad de veces, es posible laminar la capa 134 de recrecimiento que tiene una estructura de múltiples capas en la superficie del cuerpo 133 principal de disco.

Mientras tanto, en el aparato 20 de soldadura de LMD, la entrada de cantidad de calor al cuerpo 133 principal de disco es pequeña, y calor se genera debido al haz de láser L que se suministra desde el oscilador de láser (no se muestra) y se radia en el cuerpo 133 principal de disco. Con el fin de obtener una cantidad fundida necesaria usando el calor anteriormente descrito, es necesario ajustar de manera apropiada el diámetro de haz de láser del haz de láser L y la velocidad de movimiento del haz de láser L.

En este caso, se describirán las condiciones de soldadura del aparato 20 de soldadura de LMD con referencia a la figura 5.

Tal como se muestra en la figura 5, como condiciones de radiación de láser, el diámetro focal del haz de láser L se establece en 5,4 [mm], el valor de tensión establecido de una óptica de enfoque manual (MFO), que es un dispositivo que ajusta la distancia focal del haz de láser L, se establece en 0,45 [V], y la salida del haz de láser L se



establece en 2700 [W]. Como condiciones de suministro del material de soldadura, la velocidad de flujo del gas de protección SG se establece en 15 [L/min], la velocidad de rotación del soplete 21 de soldadura se establece en 10 [rpm], y la velocidad de flujo del gas portador CG se establece en 4 [L/min]. Como condiciones adicionales, la velocidad de soldadura (la velocidad del movimiento del soplete 21 de soldadura) se establece en 500 [mm/min], y la anchura de paso se establece en 2,3 [mm].

Mientras tanto, tal como se muestra en la figura 4B, el aparato 30 de soldadura de PTA mencionado como ejemplo comparativo incluye un soplete 31 de soldadura, un electrodo 32 de tungsteno insertado en la parte central del soplete 31 de soldadura, una fuente 33 de alimentación principal conectada al electrodo 32 de tungsteno y el cuerpo 133 principal de disco, y una fuente 34 de alimentación piloto conectada al electrodo 32 de tungsteno y el soplete 31 de soldadura.

Tal como se muestra en la figura 4B, se forma un orificio 311 de electrodo en la parte central del soplete 31 de soldadura, y una primera trayectoria 312 de flujo, una segunda trayectoria 313 de flujo, y una tercera trayectoria 314 de flujo se forman de forma concéntrica alrededor del orificio 311 de electrodo. El electrodo 32 de tungsteno se inserta en el orificio 311 de electrodo, y se suministra un gas piloto PG. El agua de enfriamiento RW se suministra a la primera trayectoria 312 de flujo. Un material 35 de soldadura y un gas portador CG se suministran a la segunda trayectoria 313 de flujo. Un gas de protección SG se suministra a la tercera trayectoria 314 de flujo. Mientras tanto, el material 35 de soldadura es una mezcla de partículas de polvo de matriz y partículas de metal con alto punto de fusión.

En el aparato 30 de soldadura de PTA constituido tal como se describió anteriormente, cuando se aplica tensión entre el electrodo 32 de tungsteno y el soplete 31 de soldadura usando la fuente 34 de alimentación piloto, se genera descarga de arco en el orificio 311 de electrodo, y por tanto el gas piloto PG se convierte en plasma. Cuando el gas piloto PG que se ha convertido en plasma (gas de plasma) se enfría usando el agua de enfriamiento RW suministrada a la primera trayectoria 312 de flujo, el gas piloto se aplasta escasamente debido al denominado efecto de pinzamiento térmico. Como resultado, el gas de plasma se pulveriza hacia el cuerpo 133 principal de disco desde un orificio de punta del orificio 311 de electrodo como un arco de plasma PA que tiene una elevada densidad energética. Cuando el arco de plasma PA alcanza el cuerpo 133 principal de disco, se aplica tensión entre el electrodo 32 de tungsteno y el cuerpo 133 principal de disco usando la fuente 33 de alimentación principal, y por tanto una corriente de arco (no se muestra) fluye al cuerpo 133 principal de disco. Como resultado, se forma un baño de fusión en la superficie del cuerpo 133 principal de disco. Mientras tanto, el material 35 de soldadura suministrado a la segunda trayectoria 313 de flujo se envía neumáticamente al arco de plasma PA usando el gas portador CG y se funde. Cuando el material 35 de soldadura en un estado fundido se introduce en el baño de fusión en el cuerpo 133 principal de disco, se forma una capa 134' de recrecimiento.

La figura 6 muestra los resultados de comparación característicos entre la soldadura de LMD que se lleva a cabo usando el aparato 20 de soldadura de LMD mostrado en la figura 4A, la soldadura de PTA que se lleva a cabo usando el aparato 30 de soldadura de PTA mostrado en la figura 4B, y pulverización térmica de plasma que se menciona como otro ejemplo comparativo.

Tal como se muestra en la figura 6, en un caso en el que se emplea la soldadura de LMD, en comparación con la soldadura de PTA, el grosor de recrecimiento y la cantidad de recrecimiento son pequeños, pero la carga térmica es baja, y por tanto la cantidad de carbono fundido en la capa de recrecimiento desde el cuerpo principal de disco es pequeña. Además, en un caso en el que se emplea la soldadura de LMD, en comparación con la pulverización térmica de plasma, la fuerza de adhesión entre el cuerpo principal de disco y la capa de recrecimiento es resistente.

Además, en un caso en el que se emplea la soldadura de LMD, en comparación con la pulverización térmica de plasma, la producción es alta. Además, aunque la porosidad (defecto de soldadura) en la pulverización térmica de plasma se encuentra en un intervalo entre el 1% y el 3%, la porosidad en soldadura de LMD es del 0%.

A continuación, se describirá la relación entre la distancia [mm] desde la capa de superficie (superficie) de la capa de recrecimiento y la dureza Vickers [Hv] con referencia a la figura 7. Mientras tanto, en la figura 7, se midió la dureza Vickers usando una probeta que tiene una anchura de 50 [mm], una longitud de 150 [mm], y un grosor de 19 [mm].

La figura 7 es una gráfica que muestra la relación entre la distancia [mm] desde la capa de superficie de la capa de recrecimiento y la dureza Vickers [Hv]. El eje horizontal de la figura 7 indica la distancia desde la capa de superficie de la capa de recrecimiento en la dirección de grosor, y el eje vertical de la figura 7 indica la dureza Vickers.

Mientras tanto, las representaciones redondeadas (O) en la figura 7 indican un caso en el que la primera capa de recrecimiento se lamina en el cuerpo principal de disco usando soldadura de LMD. Además, representaciones cuadradas (□) indican un ejemplo comparativo en el que la primera capa de recrecimiento se lamina usando soldadura de PTA sin precalentar el cuerpo principal de disco. Las representaciones romboides (◇) indican un ejemplo comparativo en el que la primera capa de recrecimiento se lamina usando soldadura de PTA tras precalentar el cuerpo principal de disco a 250°C.

Además, en la figura 7, la “parte térmicamente influida” se refiere a un intervalo de profundidad de aproximadamente 2,8 [mm] desde la superficie del cuerpo principal de disco que se ve influido térmicamente durante la soldadura. Además, la “parte de cuerpo principal intrínseca” se refiere a la totalidad de la parte del cuerpo principal de disco en la dirección de grosor.

5 Tal como se muestra en la figura 7, cuando se comparan la soldadura de LMD y la soldadura de PTA una con respecto a otra, en la región de la parte térmicamente influida, se obtiene una mayor dureza Vickers en la soldadura de PTA que en la soldadura de LMD.

10 El motivo de lo anterior es que, en un caso en el que la capa de recrecimiento se forma usando la soldadura de PTA, se genera una capa templada en el cuerpo principal de disco debido a una influencia térmica extremadamente alta, y por tanto la dureza del cuerpo principal de disco aumenta. Por el contrario, en un caso en el que la capa de recrecimiento se forma usando la soldadura de LMD, la influencia térmica de la soldadura de LMD es débil, y el cuerpo principal de disco solo se ve influido térmicamente en un grado apropiado. Por tanto, en un caso en el que la  
15 capa de recrecimiento se forma usando la soldadura de LMD, el cuerpo principal de disco mantiene una alta tenacidad.

Además, en un caso en el que la capa de recrecimiento se forma usando la soldadura de LMD, la dureza Vickers en una profundidad de 2 [mm] o más desde la capa de superficie de la capa de recrecimiento está por debajo de 350 [Hv], lo que se considera un estándar de rugosidad general que determina si se inician y se propagan grietas o no. Por tanto, en un caso en el que la capa de recrecimiento se forma usando la soldadura de LMD, en el cuerpo principal de disco, no se producen fácilmente grietas o deformaciones.

25 La figura 8A muestra una fotografía de la apariencia de la capa 134 de recrecimiento formada en la superficie del cuerpo 133 principal de disco usando el aparato 20 de soldadura de LMD que se observa desde arriba. La figura 8B muestra una en microfotografía sección transversal de la capa 134 de recrecimiento. La figura 9A muestra una fotografía de la apariencia de la superficie de la capa 134 de recrecimiento. La figura 9B muestra el resultado de inspección de penetración de líquido de la capa 134 de recrecimiento.

30 Tal como se muestra particularmente en las figuras 8B y 9B, en el disco 13 de freno fabricando usando la soldadura de LMD, como estructuras metalográficas de la sección transversal y la superficie de la capa 134 de recrecimiento, se forman estructura integradas uniformes con ningún cambio microestructural debido a la unión por fusión por medio de soldadura de LMD.

35 A continuación, se describirá un método para la fabricación del disco 13 de freno según la presente realización.

La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra una etapa de fabricación del disco 13 de freno según la presente realización. En primer lugar, se produce el cuerpo 133 principal de disco (etapa S1). En la etapa S1, un lingote que tiene una composición predeterminada se forja, se lamina, o se funde, produciendo de ese modo el cuerpo 133 principal de disco.  
40

A continuación, si fuera necesario, se lleva a cabo un tratamiento de calor del cuerpo 133 principal de disco (etapa S2). En la etapa S2, se lleva a cabo un tratamiento de calor del cuerpo 133 principal de disco para obtener características deseadas del cuerpo 133 principal de disco producido en la etapa S1, ajustando de ese modo la estructura del cuerpo 133 principal de disco.  
45

Mientras tanto, en un caso en el que se emplea la soldadura de PTA de la técnica relacionada, se lleva a cabo un trabajo mecánico sobre el cuerpo 133 principal de disco tras la etapa S2. Es decir, en un caso en el que se emplea la soldadura de PTA, el cuerpo 133 principal de disco se ve influido térmicamente de manera significativa. Por tanto, tras predecir la cantidad de deformación generada en el cuerpo 133 principal de disco de antemano, es necesario formar una parte de muesca que tiene un ángulo predeterminado en el cuerpo 133 principal de disco recortando una parte de la superficie del cuerpo 133 principal de disco de modo que la capa 134 de recrecimiento tras la soldadura se encuentre en una condición apropiada.  
50

Sin embargo, en la presente realización, dado que se emplea la soldadura de LMD que tiene una pequeña influencia térmica sobre el cuerpo 133 principal de disco a diferencia de la soldadura de PTA, no es necesario llevar a cabo el trabajo mecánico anteriormente descrito sobre el cuerpo 133 principal de disco.

A continuación, se forma la primera capa 134A de recrecimiento en la superficie del cuerpo 133 principal de disco usando el aparato 20 de soldadura de LMD (etapa S3: correspondiente a una primera etapa de una etapa de formación de capa de recrecimiento en la presente invención). En la etapa S3, el material 26 de soldadura (el primer polvo metálico) se funde radiando el haz de láser L en la superficie del cuerpo 133 principal de disco y suministrando el material 26 de soldadura a la posición P irradiado con el haz de láser L usando el aparato 20 de soldadura de LMD, y la primera capa 134A de recrecimiento se forma en la superficie del cuerpo 133 principal de disco.  
60  
65

El material 26 de soldadura (el primer polvo metálico) en la etapa S3 es la matriz 136 formada por partículas

(formada por polvo) realizada de, por ejemplo, una aleación a base de níquel.

5 A continuación, se forma la segunda capa 134B de recrecimiento en la superficie de la primera capa 134A de recrecimiento usando el aparato 20 de soldadura de LMD (etapa S4: correspondiente a una segunda etapa de la etapa de formación de capa de recrecimiento en la presente invención). En la etapa S4, la segunda capa 134B de recrecimiento se forma en la superficie de la primera capa 134A de recrecimiento radiando el haz de láser L en la superficie de la primera capa 134A de recrecimiento y suministrando el material 26 de soldadura (el segundo polvo metálico) a la posición P irradiado con el haz de láser L para fundir el material 26 de soldadura usando el aparato 20 de soldadura de LMD.

10 El material 26 de soldadura (el segundo polvo metálico) en la etapa S4 es una mezcla de polvo de partículas de la matriz 136 (por ejemplo, una aleación a base de níquel), las partículas 137 de metal con alto punto de fusión (por ejemplo, molibdeno), y las partículas 138 de cerámica duras (por ejemplo, alúmina).

15 La cantidad de las partículas 138 de cerámica duras en el material 26 de soldadura (el segundo polvo metálico) es superior al 0% y al 50% o inferior en cuanto al % en masa. Cuando se usa el material 26 de soldadura anteriormente descrito, la cantidad de las partículas 138 de cerámica duras en la segunda capa 134B de recrecimiento también se vuelve superior al 0% y 50% o inferior en cuanto al % en masa.

20 A continuación, se forma la tercera capa 134C de recrecimiento en la superficie de la segunda capa 134B de recrecimiento usando el aparato 20 de soldadura de LMD (etapa S5: correspondiente a la segunda etapa de la etapa de formación de capa de recrecimiento en la presente invención). En la etapa S5, la tercera capa 134C de recrecimiento se forma en la superficie de la segunda capa 134B de recrecimiento radiando el haz de láser L en la superficie de la segunda capa 134B de recrecimiento anteriormente formada y suministrando el material 26 de soldadura realizado del mismo segundo polvo metálico tal como anteriormente a la posición P irradiado con el haz de láser L usando el aparato 20 de soldadura de LMD para fundir el material 26 de soldadura. Dado que la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento se unen por fusión entre sí, la estructura metalográfica se vuelve uniforme en la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento en su totalidad (remítase a la figura 3).

30 Mientras tanto, cuando se forma la tercera capa 134C de recrecimiento en la superficie de la segunda capa 134B de recrecimiento por medio de soldadura de LMD, puede aumentar la proporción de las partículas 137 de metal con alto punto de fusión en el material 26 de soldadura (el segundo polvo metálico). En un caso de este tipo, las propiedades de resistencia frente al calor de la superficie de la tercera capa 134C de recrecimiento (es decir, la superficie 135 de fricción con la que la pastilla 14 de freno entra en contacto directo) pueden mejorarse adicionalmente.

35 A continuación, se lleva a cabo el trabajo mecánico del disco 13 de freno obtenido formando la capa 134 de recrecimiento en la superficie del cuerpo 133 principal de disco (etapa S6). En la etapa S6, la forma exterior del disco 13 de freno se ajusta para ser una forma exterior deseada por medio de recorte o similar.

40 Finalmente, se lleva a cabo el trabajo de acabado del disco 13 de freno (etapa S7). En la etapa S7, la superficie 135 de fricción del disco 13 de freno se pule de modo que la superficie 135 de fricción (la superficie de la tercera capa 134C de recrecimiento) se vuelve una superficie plana. Cuando se llevan a cabo las etapas respectivas descritas anteriormente (etapas S1 a S7), el disco 13 de freno se completa, y la etapa de fabricación del disco 13 de freno finaliza.

50 Tal como se describió anteriormente, en la presente realización, dado que la capa 134 de recrecimiento se lamina en el cuerpo 133 principal de disco usando soldadura de LMD que tiene una menor influencia térmica que la soldadura de PTA de la técnica relacionada, el precalentamiento que se requería en la soldadura de PTA de la técnica relacionada es innecesario, y la deformación térmica generada durante la soldadura se suprime, y por tanto es posible suprimir la deformación del cuerpo 133 principal de disco. Como resultado, según la presente realización, puede reducirse el grosor del cuerpo 133 principal de disco.

55 Además, en la presente realización, dado que se usa la soldadura de LMD que tiene una menor influencia térmica que la soldadura de PTA, también es posible impedir que el cuerpo 133 principal de disco se fusione para dar la capa 134 de recrecimiento. Como resultado, según la presente realización, puede impedirse la degradación de la resistencia y funcionalidad de la capa 134 de recrecimiento. Además, dado que también es posible suprimir la generación de malos resultados de soldadura tales como cordones, sopladuras, o picaduras que tienen formas irregulares en la capa 134 de recrecimiento, resulta posible impedir adicionalmente una disminución en la resistencia de la capa 134 de recrecimiento.

60 Además, en la presente realización, dado que la capa 134 de recrecimiento se lamina en el cuerpo 133 principal de disco usando soldadura de LMD que tiene una menor influencia térmica que la soldadura de PTA, es posible usar partículas de cerámica que tienen un punto de fusión relativamente bajo (por ejemplo, alúmina) como las partículas que se dispersan en la capa 134 de recrecimiento.

5 Además, en la presente realización, dado que la primera capa 134A de recrecimiento inicialmente formada en el cuerpo 133 principal de disco es una aleación a base de níquel capa que no incluye ninguna partícula 137 de metal con alto punto de fusión, es posible potenciar la adhesión entre la capa 134 de recrecimiento y el cuerpo 133 principal de disco. Además, dado que las partículas 137 de metal con alto punto de fusión en la segunda capa 134B de recrecimiento y la tercera capa 134C de recrecimiento tienen un alto punto de fusión, las partículas de metal con alto punto de fusión permanecen en la segunda capa 134B y la tercera capa 134C incluso después de soldadura como partículas de metal. Por tanto, es posible impartir fuertes propiedades de resistencia frente al calor al cuerpo 133 principal de disco e impedir que la capa 134 de recrecimiento se agriete grietas tras la soldadura.

10 Además, en la presente realización, el material 26 de soldadura obtenido dispersando las partículas 137 de metal con alto punto de fusión que tienen un mayor punto de fusión que el cuerpo 133 principal de disco se lamina en la superficie del cuerpo 133 principal de disco que se une a la rueda 11 (cuerpo rotatorio) que rota de manera solidaria con el eje por medio de soldadura de LMD. Según la presente realización, el temple del cuerpo 133 principal de disco debido al calor de fricción generado durante frenado durante los desplazamientos se suprime debido a la capa 15 134 de recrecimiento formada en el cuerpo 133 principal de disco usando soldadura de LMD, y por tanto es posible suprimir la generación de grietas o deformaciones en la superficie del cuerpo 133 principal de disco e impartir ambas propiedades de resistencia frente al calor y resistencia térmica a grietas al disco 13 de freno.

20 Hasta este momento, la realización de la presente invención se ha descrito en detalle con referencia a los dibujos adjuntos, pero la presente invención no se limita a la realización, y la realización puede modificarse dentro del alcance de la esencia de la presente invención.

[Aplicabilidad industrial]

25 La presente invención se refiere a un disco de freno que tiene una superficie de fricción en la que se presiona una pastilla de freno y puede impedir la deformación térmica y la deformación resultante generada durante la soldadura, y un método de fabricación para el mismo.

[Breve descripción de los símbolos de referencia]

- 30 10: APARATO DE FRENADO SHINKANSEN  
 11: RUEDA  
 12: EJE  
 13: DISCO DE FRENO  
 14: PASTILLA DE FRENO  
 35 20: APARATO DE SOLDADURA DE LMD  
 21: SOPLETE DE SOLDADURA  
 22: ORIFICIO CENTRAL  
 23: TRAYECTORIA DE SUMINISTRO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO  
 24: TRAYECTORIA DE SUMINISTRO DE GAS DE PROTECCIÓN  
 40 25: TRAYECTORIA DE SUMINISTRO DE MATERIAL DE SOLDADURA  
 26: MATERIAL DE SOLDADURA  
 133: CUERPO PRINCIPAL DE DISCO  
 134: CAPA DE RECRECIMIENTO  
 134A: PRIMERA CAPA DE RECRECIMIENTO (CAPA INTERIOR)  
 45 134B: SEGUNDA CAPA DE RECRECIMIENTO (CAPA EXTERIOR)  
 134C: TERCERA CAPA DE RECRECIMIENTO (CAPA EXTERIOR)  
 135: SUPERFICIE DE FRICCIÓN  
 136: MATRIZ  
 137: PARTÍCULA DE METAL CON ALTO PUNTO DE FUSIÓN  
 50 138: PARTÍCULA DE CERÁMICA DURA  
 L: HAZ DE LÁSER

REIVINDICACIONES

1. Un disco (13) de freno que detiene la rotación de un eje (12) cuando una pastilla (14) de freno se presiona contra una superficie (135) del disco (13) de freno, que comprende:

5 un cuerpo (133) principal de disco que se une a un cuerpo rotatorio que rota de manera solidaria con el eje (12); y  
 una pluralidad de capas (134) de recrecimiento laminadas en una superficie del cuerpo (133) principal de disco,  
 10 **caracterizado por que**  
 las capas (134) de recrecimiento se laminan en la superficie del cuerpo (133) principal de disco por medio de soldadura por deposición láser de metales,  
 las capas (134) de recrecimiento están constituidas por una estructura laminada formada por dos o más capas (134A, 134B, 134C) laminadas en la superficie del cuerpo (133) principal de disco, y  
 15 la estructura laminada incluye

una capa (134A) interior de una matriz (136) que no incluye partículas (137) de metal con alto punto de fusión que tienen un mayor punto de fusión que el cuerpo (133) principal de disco, laminándose la capa (134A) interior en el cuerpo (133) principal de disco, y  
 20 una capa (134B, 134C) exterior que se forma en la capa (134A) interior e incluye la matriz (136) y las partículas (137) de metal con alto punto de fusión que tienen un mayor punto de fusión que el cuerpo (133) principal de disco.

2. El disco de freno según la reivindicación 1, en el que las partículas (137) de metal con alto punto de fusión incluyen molibdeno, tungsteno, niobio, o tantalio, o una combinación de los mismos.

3. El disco de freno según la reivindicación 1 o 2, en el que la capa (134B, 134C) exterior de la capa (134) de recrecimiento incluye, además, partículas (138) de cerámica; y  
 una cantidad de las partículas (138) de cerámica en la capa (134B, 134C) exterior puede ser superior al 0% y 50% o inferior en cuanto al % en masa.

4. Un método de fabricación de un disco (13) de freno que detiene la rotación de un eje (12) cuando una pastilla (14) de freno se presiona contra una superficie (135) del disco (13) de freno,  
**caracterizado por que** el método comprende:

35 una etapa de formación de capa de recrecimiento de formación de una capa (134) de recrecimiento en una superficie de un cuerpo (133) principal de disco que se une a un cuerpo rotatorio que rota de manera solidaria con el eje (12) por medio de soldadura por deposición láser de metales,  
 en el que la etapa de formación de capa de recrecimiento incluye una primera etapa de formación de una  
 40 capa (134A) interior de la capa (134) de recrecimiento en la superficie del cuerpo (133) principal de disco radiando haces de láser (L) en la superficie del cuerpo (133) principal de disco y suministrando un primer polvo metálico a una posición irradiado con los haces de láser (L) para fundir el primer polvo metálico; y  
 una segunda etapa de formación de una capa (134B, 134C) exterior de la capa (134) de recrecimiento en una superficie de la capa (134A) interior radiando haces de láser (L) en la superficie de la capa (134A) interior y  
 45 suministrando un segundo polvo metálico a una posición irradiado con los haces de láser (L) para fundir el segundo polvo metálico,  
 en el que el primer polvo metálico son partículas de una matriz (136) que no incluyen partículas de metal con alto punto de fusión que tienen un mayor punto de fusión que el cuerpo (133) principal de disco, y el segundo  
 50 polvo metálico es una mezcla de polvo de las partículas de la matriz (136) y las partículas (137) de metal con alto punto de fusión que tienen un punto de fusión superior a un punto de fusión del cuerpo (133) principal de disco.

5. El método de fabricación de un disco (13) de freno según la reivindicación 4, en el que las partículas (137) de metal con alto punto de fusión incluyen molibdeno, tungsteno, niobio, o tantalio, o una combinación de los mismos.

6. El método de fabricación de un disco (13) de freno según la reivindicación 4 o 5, en el que el segundo polvo metálico es una mezcla de polvo de las partículas de la matriz (136), las partículas (137) de metal con alto punto de fusión, y las partículas (138) de cerámica; y  
 una cantidad de las partículas (138) de cerámica en el segundo polvo metálico es superior al 0% y 50% o inferior en cuanto al % en masa.

FIG. 1

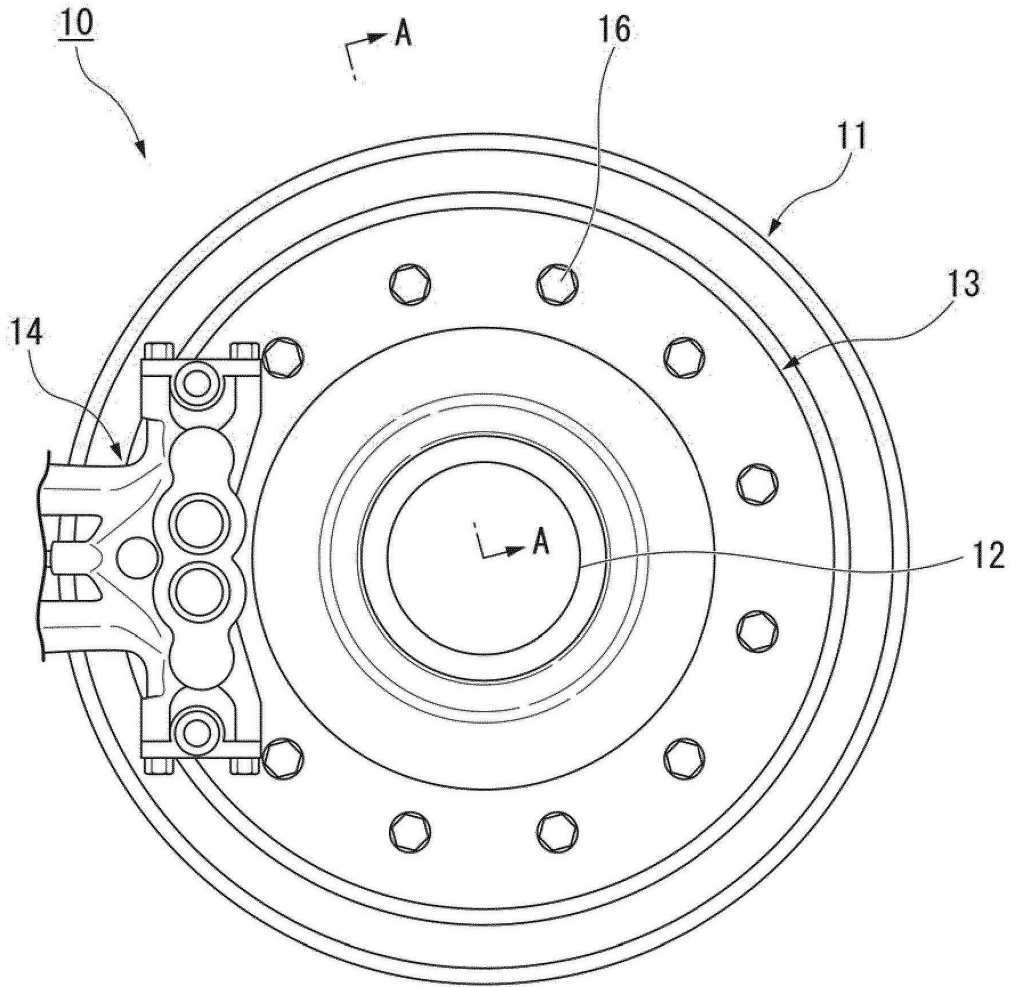


FIG. 2

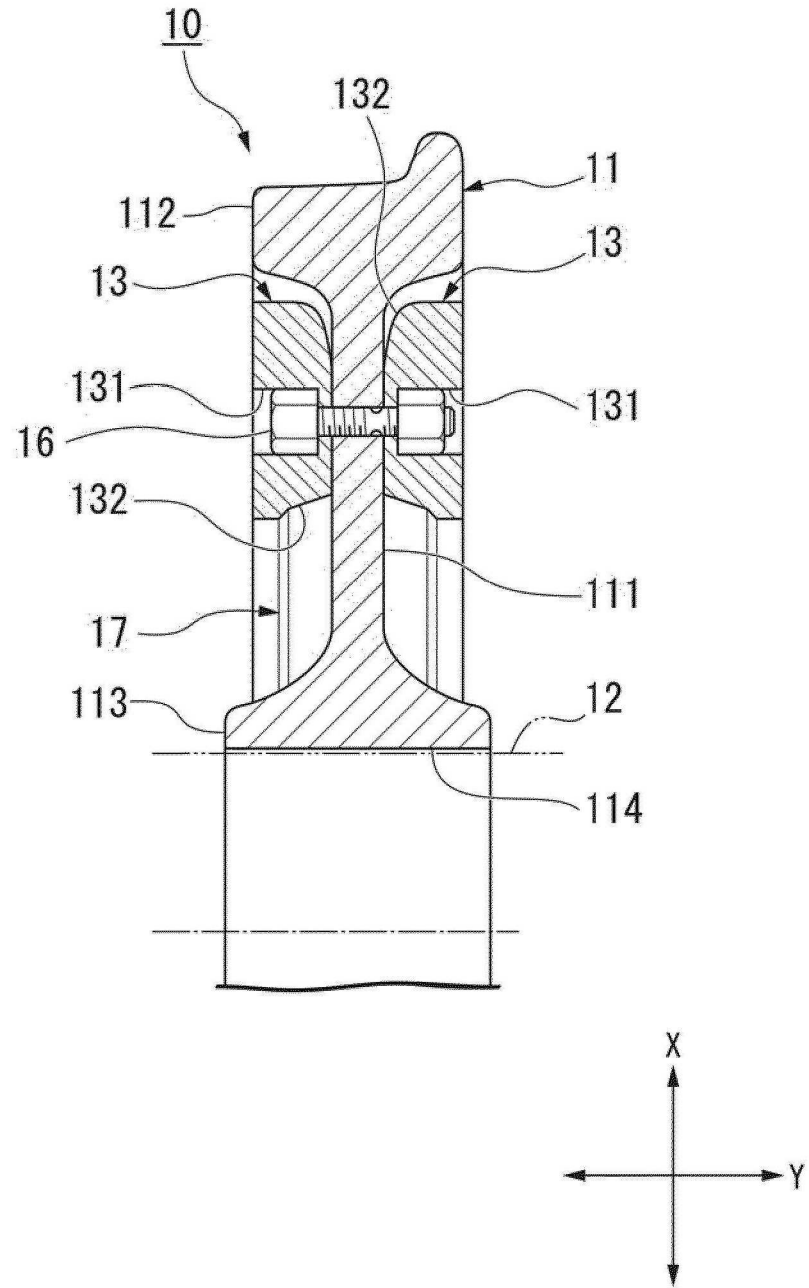


FIG. 3

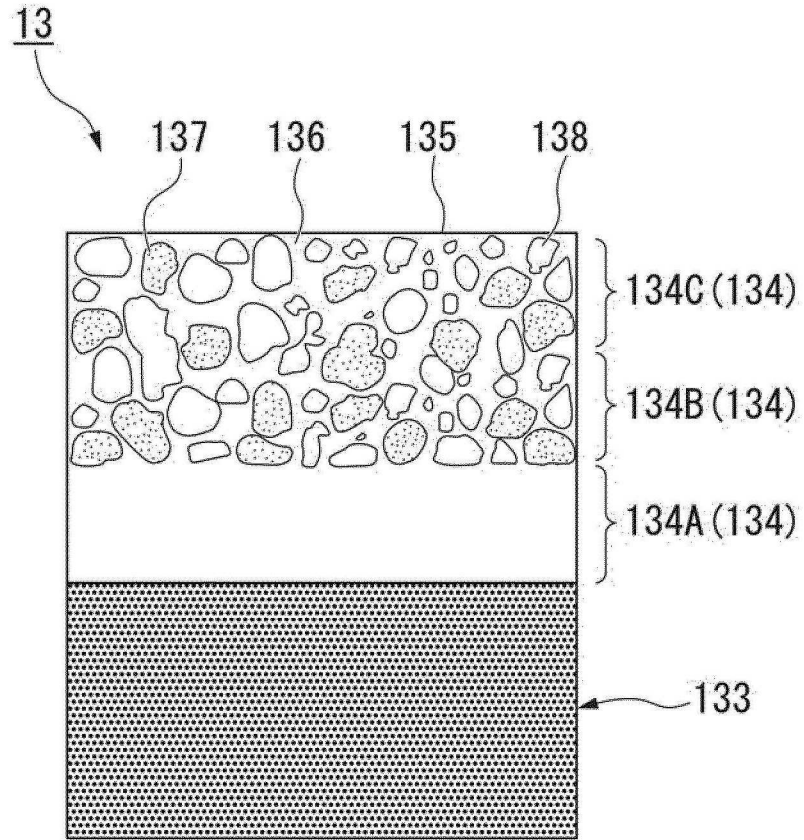




FIG. 4A

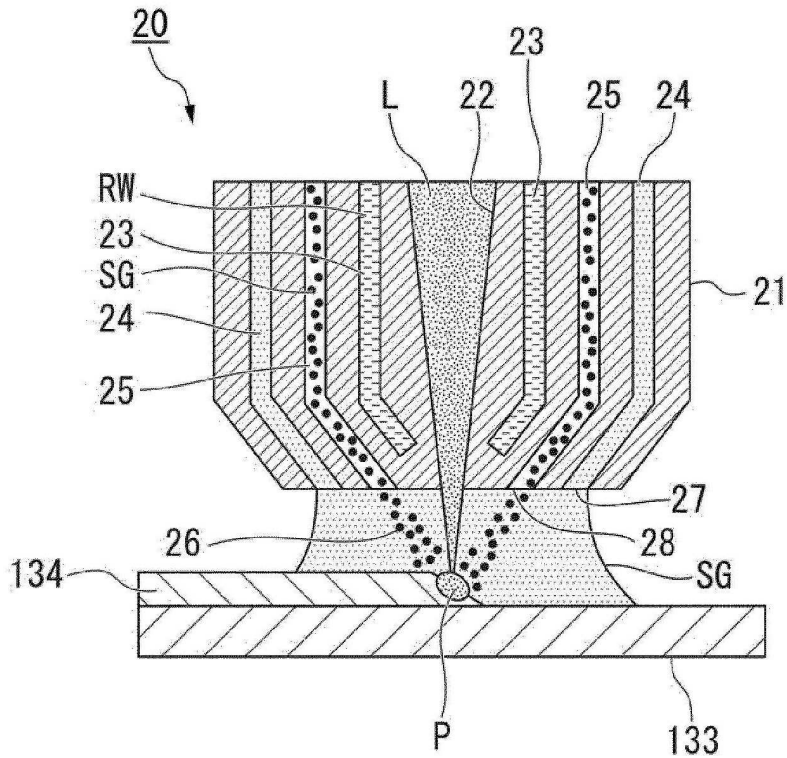


FIG. 4B

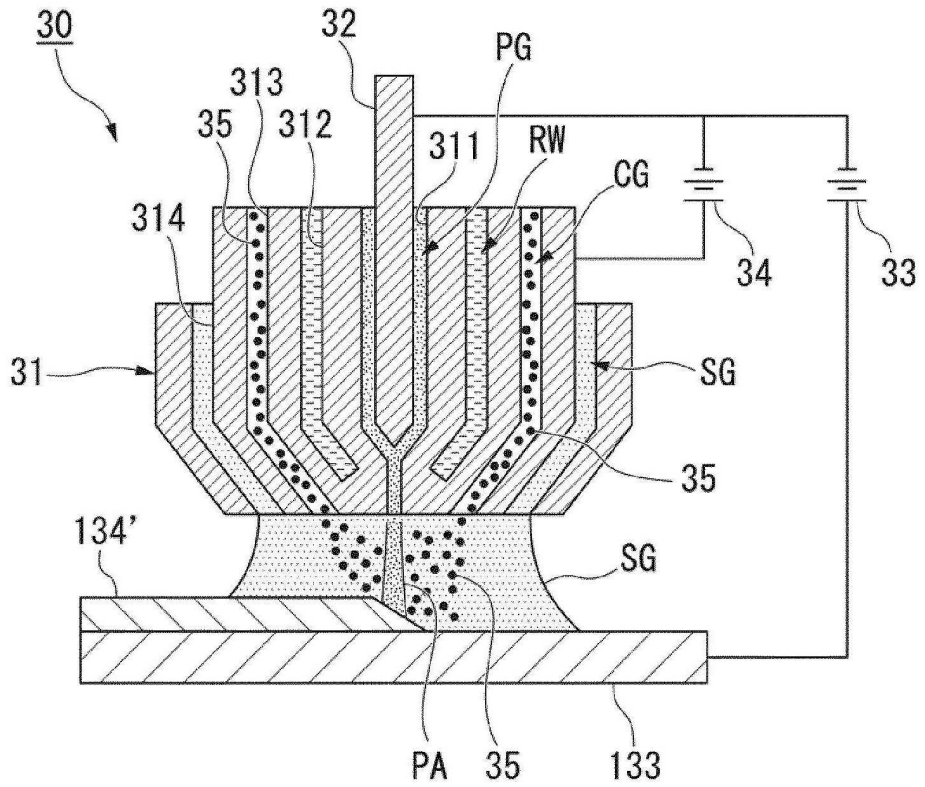


FIG. 5

CONDICIONES DE SOLDADURA

CONDICIONES DE RADIACIÓN DE LÁSER			CONDICIONES DE SUMINISTRO DE MATERIAL DE SOLDADURA			OTRAS CONDICIONES	
DIÁMETRO FOCAL (mm)	MFO (V)	SALIDA (W)	GAS DE PROTECCIÓN (L/min)	VEL. DE ROTACIÓN (rpm)	GAS PORTADOR (L/min)	VELOCIDAD DE SOLDADURA (mm/min)	ANCHURA DE PASO (mm)
5.4	0.45	2700	15	10	4	500	2.3

FIG. 6

COMPARACIÓN CARACTERÍSTICA POR MÉTODOS DE SOLDADURA

	PULV. TÉRMICA DE PLASMA	SOLDADURA DE LMD	SOLDADURA DE PTA
GROSOR DE RECRECIMIENTO (mm)	0.05~0.5	0.1~2	0.5~3
CANTIDAD DE RECRECIMIENTO (kg/hr)	5~9	<1	<2
CARGA TÉRMICA	EXTREMADAMENTE BAJA	BAJA	ALTA
CANTIDAD FUNDIDA (%)	0	<5	10~20
FUERZA DE ADHESIÓN (Mpa)	80	800	800
PRODUCCIÓN (%)	10~20	80~90	80~90
POROSIDAD (%)	1~3	0	0

FIG. 7

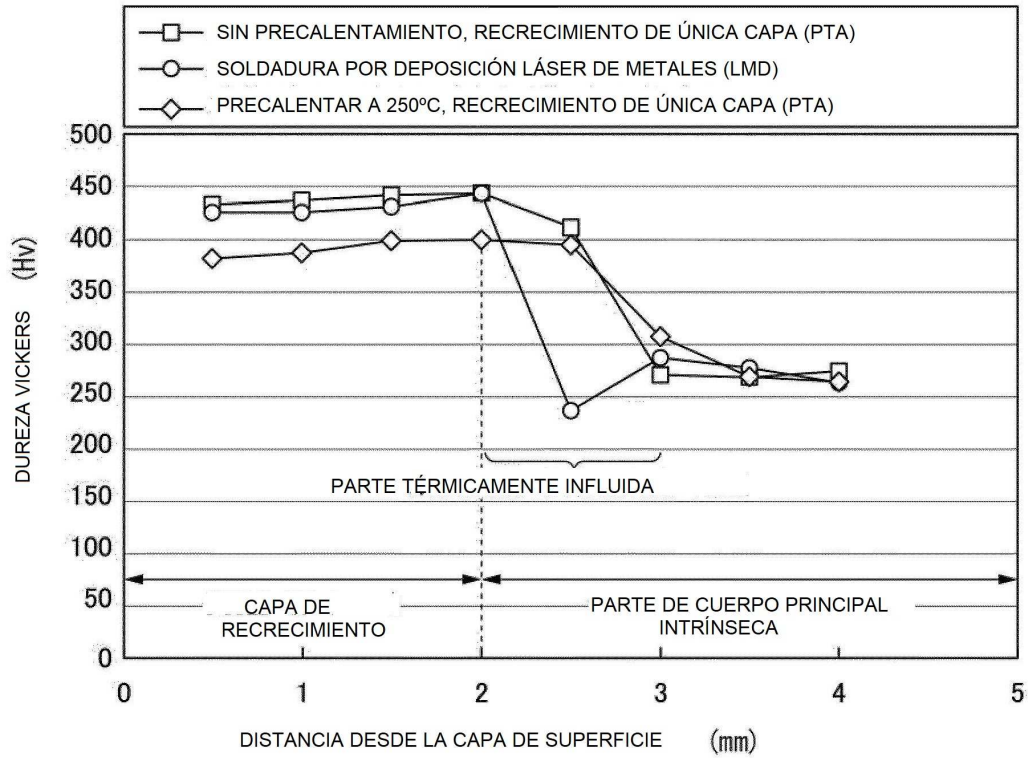
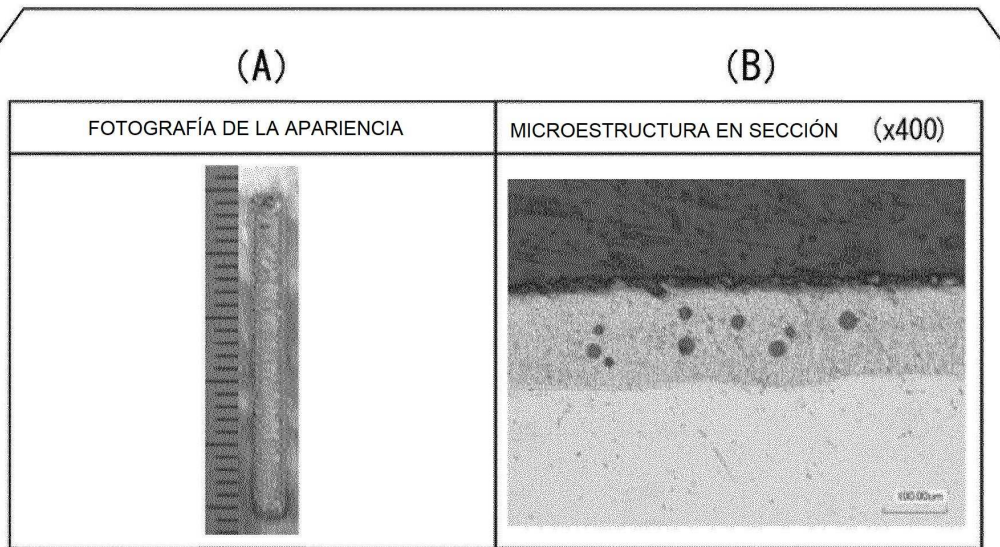


FIG. 8



SOLDADURA DE RECRECIMIENTO DE CÉRAMICA (ALÚMINA)

FIG. 9

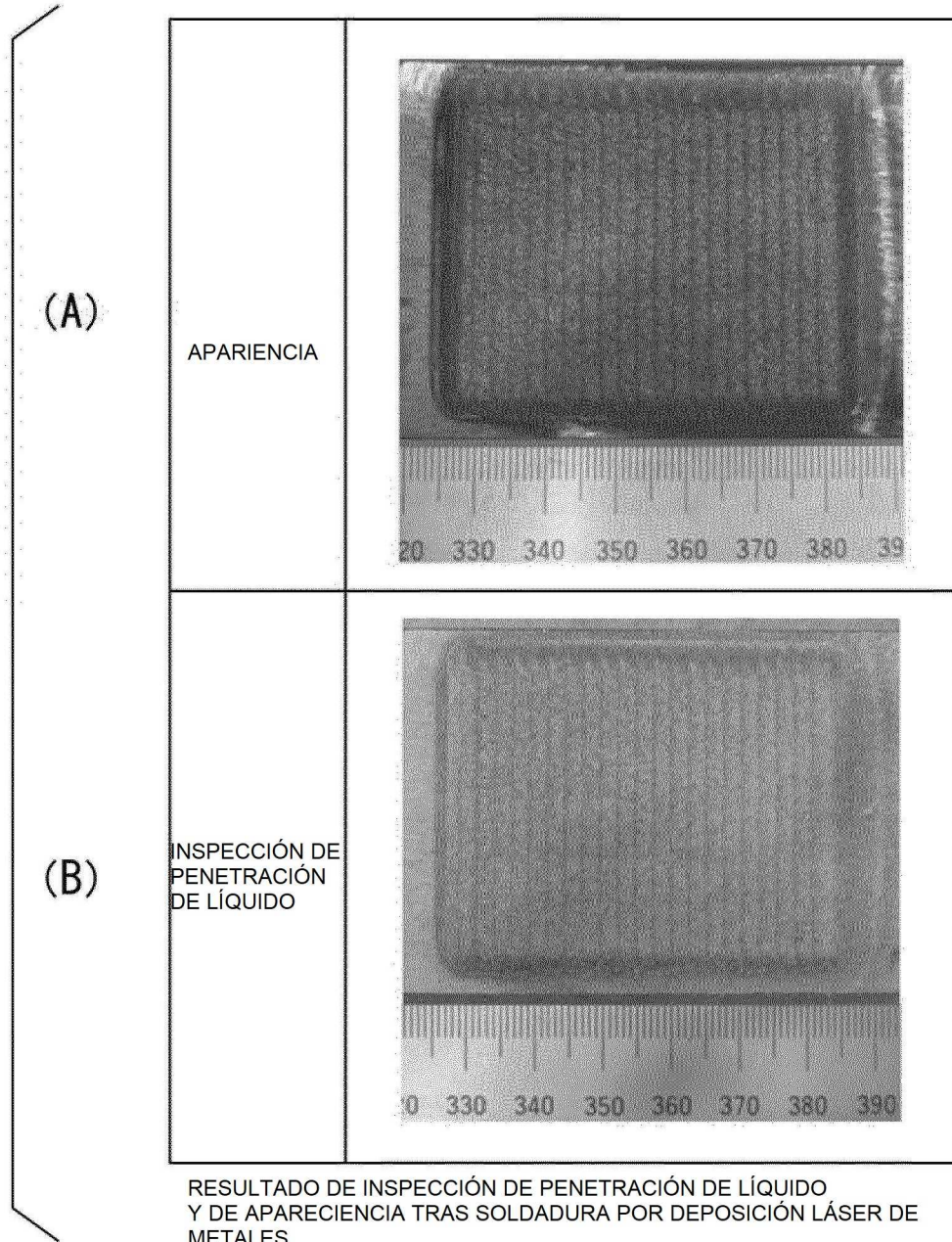


FIG. 10

