

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 772**

51 Int. Cl.:

**F16D 65/12** (2006.01)

**F16D 69/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.04.2015 PCT/IB2015/052698**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2015 WO15159209**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2015 E 15724047 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 3132154**

54 Título: **Miembro de frenado para un sistema de freno y método para fabricarlo**

30 Prioridad:

**15.04.2014 IT VR20140098**

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

**14.05.2018**

73 Titular/es:

**FERDIAM S.R.L. (100.0%)**

**Viale del Lavoro, 2  
37023 Grezzana (VR), IT**

72 Inventor/es:

**FERRARI, ALBERTO y  
FERRARI, ISIDORO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 667 772 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**

Miembro de frenado para un sistema de freno y método para fabricarlo

**Descripción**

5 Esta divulgación se refiere en general al sector de los sistemas de freno, en particular para vehículos. Específicamente, esta divulgación se refiere a un miembro de frenado para un sistema de freno, siendo el sistema de freno del tipo en el cual el miembro de frenado funciona por medio de la fricción en conjunto con otro componente del sistema de freno para producir una acción de frenado debida a la fuerza de fricción desarrollada entre el miembro de frenado y el otro componente cuando se activa el sistema de freno.

10 Un ejemplo de un sistema de freno como tal es un freno de disco para un vehículo: un disco que gira junto con una rueda del vehículo está diseñado para funcionar por medio de la fricción en conjunto con por lo menos una pastilla de desgaste montada en una zapata de freno fijada al cuerpo del vehículo. En un sistema de freno de disco, el componente principal es el disco, mientras que las pastillas de desgaste están hechas de forma tal que éstas se adaptan y funcionan de forma sinérgica según las características y composición del disco.

15 La función del disco es básicamente degradar la energía cinética del vehículo en energía térmica. Por lo tanto, una de sus características fundamentales es la capacidad de disipar el calor. Para hacer esto de la mejor forma posible y sobre una vida útil de operación larga, son también importantes la resistencia mecánica, la resistencia al desgaste y la variación de tamaño limitada ocasionada por la expansión térmica. La levedad del disco es importante para la eficiencia energética.

20 En muchas aplicaciones, las salidas de calor generadas por el frenado son bastante altas y la convección natural no es suficiente para enfriar adecuadamente el disco. En casos como tales, dado que no es posible aumentar el radio del disco debido al espacio reducido disponible, se utilizan discos ventilados, conocidos también como discos "autoventilados".

25 Un disco ventilado está compuesto por dos placas anulares conectadas una a la otra por elementos interpuestos, los cuales dejan componentes radiales que se extienden desde la parte interior hacia la parte exterior del disco. El espesor total del disco es de varios centímetros. El flujo de aire centrífugo creado en los compartimientos radiales proporciona a los discos ventilados una mayor capacidad de enfriamiento y de disipación del calor que en los discos simples, no ventilados. Sin embargo, esta ventaja trae aparejadas las desventajas de aumentar la complejidad de construcción, aumentar el peso del disco y reducir la eficiencia energética debido al efecto de la ventilación centrífuga, que está siempre activa incluso cuando el disco no necesita enfriamiento, es decir, incluso cuando no hay un frenado en progreso.

30 En la actualidad los materiales utilizados para discos de freno son: hierro fundido, acero, compuestos de Al/SiC, cerámica con carbono, carbono.

Cada uno de esos materiales tiene ventajas e inconvenientes.

35 Los discos de Al/SiC no son utilizados de forma extensa debido a la baja temperatura de fusión del aluminio, lo cual corre el riesgo de causar un rápido deterioro del disco si este alcanza altas temperaturas. Por lo tanto, este tipo es utilizable solamente para discos ventilados y con requerimientos de disipación de energía medio / bajo.

40 Los discos de cerámica al carbono son ligeros y soportan el uso sobre un número considerable de kilómetros. Estos tienen un buen desempeño en términos de potencia y modulación del frenado, así como de vida útil de operación. Sin embargo, los tiempos y costos de fabricación son muy altos. Por lo tanto, su uso está limitado solo a un nicho de mercado estrecho, tal como coches de alta gama y trenes de alta velocidad.

Los discos de carbono solo operan de forma eficiente a altas temperaturas. Estos también tienen costes de manufactura muy altos, por lo tanto, estos solo se utilizan en unidades de freno para aviones y para competiciones de coches y motocicletas.

45 Los discos de hierro fundido o los discos de acero son los que logran actualmente el mejor compromiso técnico económico. Pero este tipo tiene varios problemas:

- En términos de rendimiento, el disco sufre considerable desgaste durante su vida de trabajo. Esto significa que el disco debe ser sobredimensionado con el fin de garantizar que, al final de su vida planificada, el disco está todavía suficientemente grueso para garantizar un frenado seguro. El disco sobredimensionado tiene una alta masa dando como resultado un mayor consumo del vehículo sobre el cual está montado.

50 - Desde un punto de vista ambiental, el frenado genera partículas micrométricas de materia debida al desgaste de los discos y pastillas. Con respecto a esto, estudios recientes han mostrado que, para los coches más nuevos, la materia en partículas ocasionada por el desgaste del sistema de frenado es comparable sustancialmente con (o incluso es mayor que) la materia en partículas procedente de la combustión, emitida por el motor. De hecho, las mejoras técnicas introducidas en los motores, en los sistemas de escape y en los combustibles han reducido en gran

medida las emisiones de materia en partículas procedente de la combustión, mientras que los sistemas de frenado no han visto tales mejoras técnicas ampliamente generalizadas y significativas para reducir su desgaste. Por lo tanto, el impacto ambiental de los sistemas de freno actuales es bastante mayor en términos de contaminación por polvos finos.

- 5 - Con respecto al mantenimiento, el desgaste considerable del disco y pastillas requiere verificaciones frecuentes y, si es necesario, una sustitución del disco, incluso dos o más veces durante la vida útil del vehículo.

10 El documento EP 2 402 625 A1 divulga un disco de freno compuesto y un método para su fabricación. El disco tiene un anillo de fricción dispuesto de forma coaxial a un pote de freno. El pote de freno incluye elementos de encaje radiales, por ejemplo proyecciones, diseñados en una superficie circunferencial cilíndrica. Los elementos de encaje están conectados con el anillo de fricción de manera encajada. El anillo de fricción está dispuesto en la superficie circunferencial mediante una pulverización compactada. El anillo de fricción está hecho de metal, aleación de metal, aleación de matriz compuesta de metal, es decir aleación de aluminio con una matriz compuesta de metales, con materiales duros.

15 La presente divulgación se inicia a partir del problema técnico de proporcionar un sistema de freno que supere los inconvenientes mencionados anteriormente de la técnica anterior, y / o que proporcione ventajas adicionales.

Esto se logra proporcionando un miembro de frenado para un sistema de freno según la reivindicación independiente 1. El problema técnico también es resuelto mediante un sistema de freno según la reivindicación 17. Esta divulgación también se refiere a un método para fabricar un miembro de frenado según la reivindicación 19.

20 En las correspondientes reivindicaciones dependientes se definen realizaciones particulares de la materia sujeto de esta divulgación.

25 Está divulgación deriva de la idea de los inventores de que es posible utilizar en el sector de los sistemas de freno un material compuesto que comprenda partículas de diamantes y un aglutinante. Incluso más particularmente, los inventores de esta divulgación comenzaron con la idea de buscar en el sector de las partículas de diamantes naturales o sintéticos, que es un sector distante y nada común con respecto al de los vehículos y al de los sistemas de freno de vehículos; para encontrar un material adecuado para los sistemas de freno. Dicho sector del diamante es en general el más distante y nada común con respecto al sector de los vehículos y a los sistemas de freno debido al posible coste de las partículas de diamante, lo cual no condujo a los expertos en el campo de los sistemas de freno a considerar el uso del diamante. La posibilidad de utilizar partículas de diamantes naturales o sintéticos incluso en el sector de los sistemas de freno, en particular el uso de partículas con un tamaño de partícula de menos de 1000 micrones es, por lo tanto, un aspecto adicional identificado por los inventores de esta divulgación.

Por lo tanto, una idea para una solución que forma la base de esta divulgación es hacer un miembro de frenado (en particular, una porción de fricción de dicho miembro de frenado y / o una superficie de dicha porción de fricción) utilizando un material compuesto que comprende partículas de diamante en un aglutinante.

35 Específicamente, el miembro de frenado comprende por lo menos una porción de fricción que tiene una superficie destinada a ser puesta en contacto con un componente del sistema de freno para producir una acción de frenado debido a una fuerza de fricción entre dicha superficie y dicho componente. El material compuesto es utilizado para hacer por lo menos dicha superficie y / o dicha porción de fricción.

40 Eso es útil para proporcionar un miembro de frenado con una alta capacidad de disipación del calor generado por el frenado. De hecho, el diamante tiene un coeficiente de conductividad térmica alta, que está entre los 1000 y 2600  $W.m^{-1}.K^{-1}$ , mientras que los materiales normalmente utilizados para los sistemas de freno tienen valores mucho menores. Por ejemplo, el coeficiente de conductividad térmica del aluminio es de  $247 W.m^{-1}.K^{-1}$ , el del carburo de silicio SiC está entre 70 y  $490 W.m^{-1}.K^{-1}$ , el del hierro fundido gris es de  $42 W.m^{-1}.K^{-1}$ , el del acero 1025 es de  $50 W.m^{-1}.K^{-1}$ .

45 Gracias a la alta capacidad para la disipación de calor, un miembro de frenado según esta divulgación puede hacerse con dimensiones adecuadas, sin tener que sobredimensionarlo. En consecuencia, el peso general del sistema de freno es menor y su eficiencia energética es mayor. Más aún, el diamante tiene un peso específico que es menor que la mitad del peso específico del hierro fundido y del acero. Esto, adicionalmente, ayuda a reducir el peso del sistema de freno.

50 Por ejemplo, considerando la aplicación específica a un freno de disco, el disco de freno, o la pastilla de freno, o ambos, pueden estar hechos según esta divulgación, es decir, utilizando un material compuesto que comprende partículas de diamante y un aglutinante.

55 En particular, por lo menos en algunas aplicaciones, es posible utilizar un disco de freno simple, donde, por el contrario, en la técnica anterior era necesario utilizar un disco de freno ventilado. De hecho la disipación de calor para un disco simple hecho del material compuesto puede ser suficiente para el enfriamiento adecuado del disco y puede ser equivalente a la disipación de calor de un disco ventilado de la técnica anterior.

Comparado con los otros materiales normalmente utilizados, el diamante tiene un punto de fusión muy alto y por lo tanto no se daña con las altas temperaturas que pueden generarse durante el frenado. Por lo tanto, esto supone una importante contribución para mejorar la resistencia mecánica del miembro de frenado durante el uso.

5 Más aún, el diamante tiene un coeficiente de expansión térmica que es el menor de todos los materiales mencionados (aproximadamente un décimo del coeficiente del acero, hierro fundido y aluminio), tiene un módulo de elasticidad muy alto (entre 5 y 10 veces el de los otros materiales utilizados normalmente) y es por mucho el material más duro (con un valor de 10 en la escala de Mohs). Esto es útil para asegurar que el miembro de frenado no se deforma y no sufre variaciones significativas del tamaño ya sea debido al calor desarrollado durante el frenado o a causa de la fuerza de fricción generada. En otras palabras, el miembro de frenado tiene una mayor estabilidad del tamaño y resistencia mecánica que las de los miembros de frenado hechos de otros materiales.

Por lo tanto, el uso de un material compuesto que comprende de partículas de diamante permite que se obtenga un sistema de freno cuyo comportamiento está significativamente mejorado comparado con la técnica anterior.

15 Más aún, gracias a la dureza del diamante, el desgaste de un miembro de frenado según esta divulgación, está muy limitado. Esto es útil para extender la vida útil del miembro de frenado, para reducir la frecuencia de verificaciones y sustituciones, si es necesario (el miembro de frenado puede incluso tener una vida útil más larga que la vida útil del vehículo, eliminando de este modo la necesidad de sustituirlo) y para reducir el impacto ecológico y ambiental gracias a la producción reducida de materia en partículas micrométricas. En particular, considerando el último aspecto, el uso de miembros de frenado según esta divulgación permitiría una reducción considerable de las emisiones de polvo fino asociadas al tráfico de vehículos, proporcionando una reducción significativa que ya no se puede lograr más mediante una mejora adicional de los motores y de los sistemas de escape.

20 Estas ventajas se acentúan particularmente si, por ejemplo, un disco de freno y la respectiva pastilla están hechos ambos con una porción de fricción hecha de dicho material compuesto. En particular, el material compuesto comprende una matriz aglutinante (el aglutinante puede ser un material metálico o un aglutinante orgánico) en el cual están embebidas e incorporadas las partículas de diamante. Incluso más particularmente, el material compuesto tiene una matriz aglutinante de metal y por lo tanto es del tipo conocido como "compuesto de matriz metálica" (MMC).

Por ejemplo, las partículas de diamante tienen un diámetro (o, más generalmente, un tamaño) que está entre 1 nm y 1 mm. En particular, el diámetro o tamaño está entre 10  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$ . Incluso más particularmente, el diámetro o tamaño está entre 30  $\mu\text{m}$  y 300  $\mu\text{m}$ .

30 Por ejemplo, las partículas de diamante ocupan una fracción del volumen del material compuesto que está entre el 10% y el 50%. En particular, esa fracción de volumen está entre el 15% y el 40%. En una realización específica que se ha aprobado que logra un buen compromiso técnico – económico dicha fracción de volumen es del 20%.

35 En cualquier caso, la cantidad (es decir, la fracción volumétrica) y el tamaño de partícula de las partículas de diamante puede ser elegido con los valores más adecuados para obtener valores específicos para el coeficiente de fricción y la resistencia a la abrasión. En otras palabras, durante la producción es posible modular la composición del material compuesto y la distribución de tamaño de partículas con el fin de adaptar el miembro de frenado a los requerimientos del sistema de freno, para los aspectos específicos de uso (por ejemplo, de mayor duración para coches normales, de rendimiento mejorado para coches de competición) y a la relación precio / desempeño más adecuada a la aplicación requerida.

40 Específicamente, el aglutinante de metal utilizado es elegido a partir de aluminio, cobre, titanio, magnesio, cobalto, hierro, hierro fundido o acero. Alternativamente, el aglutinante de metal puede ser una aleación de dos o más de estos materiales. Otros materiales constituyen posibles alternativas.

45 Las partículas de diamante pueden ser de diamante natural, molido y cribado en los tamaños de partícula apropiados, o diamante sintético, producido utilizando tecnologías conocidas (por ejemplo, HPHT, CVD, detonación de explosivos, cavitación ultrasónica).

Un miembro de frenado según esta divulgación puede estar hecho con tiempos y costos de producción limitados. Como ejemplo particular, estos son notablemente reducidos comparados con los de los discos de cerámica con carbono.

50 Por ejemplo, la porción de fricción del miembro de frenado puede hacerse mediante sinterización o utilizando una técnica de impresión tridimensional. En una realización particular, la porción de fricción está hecha mediante sinterización directa de metal con láser, es decir utilizando una técnica de impresión tridimensional generalmente conocida como "sinterización directa de metal con láser" (DMLS).

Son posibles otras técnicas de impresión 3D, tales como las conocidas de forma general como Fusión por Haz de Electrones, con el acrónimo inglés *EBM*.

Para aumentar las ventajas obtenidas a partir de las propiedades físicas de conducción del calor del diamante, así como mejorar la adhesión con la matriz metálica, las partículas de diamante pueden ser recubiertas o granuladas con una sustancia de recubrimiento antes de mezclarse las partículas de diamante y el aglutinante. En particular, la sustancia de recubrimiento es de tipo cerámico, tal como carburo de silicio (SiC) o un metal compatible con el material de la matriz metálica, tal como cromo, titanio, plata, níquel o cobre. En la práctica, la sustancia de recubrimiento actúa como un puente entre las partículas de diamante y el aglutinante. Por ejemplo, el cromo es particularmente efectivo porque éste se aglutina químicamente con las partículas de diamante y se mezcla profundamente con el aglutinante metálico.

En un método de producción, la porción de fricción está hecha enteramente de material compuesto de diamante aglutinante.

En otra realización particular, la porción de fricción es una parte integral del miembro de frenado, es decir, está en una pieza con una porción remanente del miembro de frenado, y el miembro de frenado entero está hecho de dicho material compuesto. En otra realización particular, la porción de fricción está compuesta por uno o más elementos hechos de material compuesto de diamante / aglutinante. Dichos uno o más elementos hechos de material compuesto están fabricados de forma individual y luego montados sobre un soporte para obtener el miembro de frenado. En otras palabras, el miembro de frenado comprende un soporte, por ejemplo hecho de metal, y uno más elementos hechos del material compuesto que están constreñidos en el soporte. Por ejemplo, en el caso de un disco de freno, esta realización es útil para simplificar la producción, para limitar el uso de material compuesto (que es más caro) a los lugares en los que esta es estrictamente necesaria, si es necesario para permitir la sustitución solo de la porción de fricción desgastada sin la necesidad de sustituir el disco de freno entero.

En otra realización, el material compuesto de diamante / aglutinante es solo utilizado en una capa superficial de la porción de fricción o del miembro de frenado, mientras que el resto de la porción de fricción o del miembro de frenado está hecho de material aglutinante sin partículas de diamante. Dicha capa superficial puede incluso ser una capa de diamante de grano simple. Esa realización es útil para limitar adicionalmente el uso de material compuesto (que es más caro) a aquellos lugares en los que es estrictamente necesario, es decir, sobre la superficie de la porción de fricción que se pondrá en contacto con el otro componente del sistema de freno.

Por ejemplo, en esa realización con una capa superficial de grano simple, las partículas de diamante tienen un diámetro (o de forma más general, un tamaño) que está entre 200  $\mu\text{m}$  y 1200  $\mu\text{m}$ . En particular, el diámetro o tamaño está entre 400  $\mu\text{m}$  y 800  $\mu\text{m}$ .

Por ejemplo, las partículas de diamante ocupan una fracción de la superficie de fricción que está entre el 20% y el 80%. En particular, esa fracción de superficie está entre el 40% y el 60%.

Ventajas, características y métodos adicionales para el uso de la materia sujeto de esta divulgación se hacen evidentes en la siguiente descripción detallada de las realizaciones no limitativas de la misma, presentadas a modo de ejemplo. En cualquier caso, es evidente cómo cada realización de la materia sujeto de la divulgación de esta divulgación puede presentar una o más de las ventajas listadas anteriormente. En cualquier caso, cada realización no tiene que presentar simultáneamente todas las ventajas enumeradas. Se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la Figura 1 es una vista frontal, parcialmente en corte e interrumpida, de una realización de un sistema de disco de freno que comprende miembros de frenado según está divulgación;

- la Figura 2 es una vista axonométrica de una primera realización de un disco de freno según esta divulgación;

- la Figura 3 es una vista ampliada de un detalle III de la Figura 2, siendo dicho detalle una porción de la superficie del disco de freno;

- la Figura 4 es una vista axonométrica de una segunda realización de un disco de freno según esta divulgación;

- la Figura 5 es una vista axonométrica del disco de freno de la Figura 4, con las partes retiradas;

- la Figura 6 es una vista en corte transversal, a lo largo de la línea de corte transversal VI – VI del disco de freno de la Figura 4;

- la Figura 7 es una vista en perspectiva de una tercera realización de un disco de freno según esta divulgación, con una parte retirada;

- la Figura 8 es una vista en perspectiva de una pastilla de freno según está divulgación;

- la Figura 9 es una vista axonométrica de una cuarta realización de un disco de freno según esta divulgación;

- la Figura 10 es una vista lateral en corte transversal del disco de freno de la Figura 9;

- la Figura 11 es una vista ampliada de un detalle XI de la Figura 9;

- la Figura 12 es una vista ampliada de un detalle XII de la Figura 10;
- la Figura 13 es una vista lateral de otra realización de un disco de freno;
- la Figura 14 es una vista lateral en sección transversal de otra realización de un disco de freno;
- 5 - la Figura 15 es una vista en perspectiva, parcialmente en corte, de una pieza de una parte del disco de freno de la Figura 14;
- la Figura 16 ilustra un molde de sinterización insertado en un soporte de molde, a ser utilizado para fabricar un miembro de frenado según esta divulgación, en particular para fabricar un cuarto de una porción de fricción de un disco de freno;
- 10 - la Figura 17 es un gráfico de temperatura y presión en función del tiempo para un ciclo de sinterización para fabricar un miembro de frenado según esta divulgación;
- la Figura 18 es una vista lateral, esquemática y en corte transversal, de un molde de sinterización justo antes del inicio de la sinterización;
- la Figura 19 es una vista en perspectiva de una pantalla o plantilla a ser utilizada en un método de producción según esta divulgación;
- 15 - la Figura 20 es una vista lateral en corte transversal de dos partes, cada una obtenida utilizando el molde de la Figura 18, siendo las partes a ser unidas entre sí con el fin de fabricar un disco de freno según esta divulgación;
- la Figura 21 muestra un uso alternativo del molde de la Figura 18;
- la Figura 22 es una vista lateral en corte transversal de una parte obtenida utilizando el molde de la Figura 21.

20 En referencia a los dibujos adjuntos, la Figura 1 muestra una realización de un sistema de freno 9, en particular para un vehículo tal como un coche, un camión, una motocicleta, una bicicleta o un tren.

El sistema de freno 9 comprende un primer miembro de frenado o primer componente 1 que gira junto con una rueda 90 del vehículo. El primer miembro de frenado 1 y la rueda 90 están montados sobre mismo árbol 92 y giran juntos alrededor de un eje de rotación 900. En particular, el primer miembro de frenado 1 es un disco de freno y está fijado a la rueda 90 por medio de pernos 91.

25 El sistema de freno 9 también comprende una zapata de freno 95 que está fijada al cuerpo del vehículo o a una parte de este (por ejemplo, a una horquilla en el caso de una motocicleta) y recibe una región periférica del primer miembro de frenado 1.

Cuando el vehículo está siendo conducido, la rueda 90 y el primer miembro de frenado 1 giran alrededor del eje de rotación 900 y, por lo tanto, se mueven con respecto a la zapata de freno 95.

30 La zapata de freno 95 comprende por lo menos un segundo miembro de frenado o segundo componente 2, que está destinado a operar en conjunto con el primer miembro de frenado 1 para producir una acción de frenado. En particular, el segundo miembro de frenado o segundo componente 2 es una almohadilla de freno.

Cuando el vehículo está siendo conducido sin frenar, el segundo miembro de frenado 2 no está en contacto con el primer miembro de frenado 1 y, por lo tanto, no interfiere con la rotación de la rueda 90.

35 Cuando el sistema de freno 9 es activado, el segundo miembro de frenado 2 es empujado contra el primer miembro de frenado 1, por ejemplo por medio de un comando hidráulico u oleohidráulico, para producir una acción de frenado gracias a una fuerza de fricción (en particular, una fuerza de fricción deslizante) entre el primer miembro de frenado 1 y el segundo miembro de frenado 2.

40 Ambos, el primer miembro de frenado o primer componente 1 y el segundo miembro de frenado o segundo componente 2, tienen, cada uno, por lo menos una porción de fricción 13, 23 que tiene una superficie 15, 25 destinada a ser puesta en contacto (en particular, en contacto de presión) con la superficie de la porción de fricción del otro miembro de frenado o componente durante el funcionamiento del sistema de freno 9. La fuerza de fricción es producida entre la superficie 15 de la porción de fricción 13 del primer miembro de frenado 1 y la superficie 25 de la porción de fricción 23 del segundo miembro de frenado 2.

45 En el caso de un disco de freno 1, la porción de fricción 13 es una región anular sobre un lado o cara del disco de freno 1. La región anular pasa por dentro de la zapata de freno a 95 durante la rotación alrededor del eje 900 y hace contacto con la almohadilla de freno 2 durante el frenado. En la práctica, la porción de fricción 13 es en forma de anillo circular. Básicamente, esa forma de anillo circular corresponde a un disco con un orificio en el centro. Es decir, una forma de arandela adecuadamente dimensionada.

En la realización de la Figura 1, el sistema de freno 9 comprende dos almohadillas de freno 2 opuestas que actúan sobre caras opuestas del freno de disco 1. Por lo tanto, el disco de freno 1 comprende dos porciones de fricción 13 en forma de anillo circular sobre caras opuestas del disco de freno 1.

5 En el caso de una almohadilla de freno 2, la porción de fricción 23 es sustancialmente plana y está orientada directamente hacia el disco de freno 1.

En un miembro de frenado 1, 2 según esta divulgación, la porción de fricción 13, 23 está hecha de material compuesto que comprende partículas de diamante en un aglutinante.

En una realización, solo la porción de fricción 13 del disco de freno 1 está hecha de dicho material compuesto, mientras que la almohadilla de freno 2 es de tipo conocido.

10 En otra realización, solo la porción de fricción 23 de la almohadilla de freno 2 está hecha de dicho material compuesto, mientras que el disco de freno 1 es de tipo conocido.

En todavía otra realización, a la que se hace referencia a partir de este momento, tanto el disco de freno 1 como la almohadilla de freno 2 tienen una respectiva porción de fricción 13, 23 hecha de dicho material compuesto.

15 En la Figura 3 se muestra una vista ampliada de la superficie 15 de la porción de fricción 13 en la que se pueden ver las partículas de diamante 41 rodeadas por el aglutinante 43. Específicamente, el material compuesto comprende una matriz sólida de aglutinante 43 y partículas de diamante 41 embebidas en la matriz aglutinante.

20 En particular el aglutinante 43 es un material metálico y por lo tanto el material compuesto es una es un “compuesto de matriz metálica” (MMC). Dependiendo de los requerimientos y de la aplicación específica, el material metálico aglutinante puede, por ejemplo, ser aluminio, cobre, titanio, magnesio, cobalto, hierro, hierro fundido o acero. El material aglutinante metálico puede ser una aleación de dos o más de dichos materiales.

En una realización alternativa, el aglutinante es un aglutinante orgánico, como por ejemplo una resina fenólica, una resina cresílica o poliéter éter cetona (conocido con el acrónimo de *PEEK*).

25 Las partículas de diamante 41 son gránulos que tienen una forma sustancialmente esférica o una forma irregular. Dichos gránulos tienen un diámetro o un tamaño que está entre 1 nm y 1 mm. En particular, el diámetro o tamaño está entre 10  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$  e incluso más particularmente, el diámetro o tamaño está entre 30  $\mu\text{m}$  y 300  $\mu\text{m}$ .

30 En la Figura 2 se muestra una primera realización del disco de freno 1 según esta divulgación. En esta realización, el disco de freno 1 está hecho enteramente de un material compuesto de diamante / aglutinante incluso en regiones que permanecen fuera de la zapata de freno 95 y que no están destinadas a ser puestas en contacto con la almohadilla de freno 2. En otras palabras, las partículas de diamante 41 están distribuidas en la masa entera del disco de freno 1. Por lo tanto, la porción de fricción 13 es de una pieza con una porción restante del disco de freno 1. Una pestaña 19 está fijada al disco de freno 1 para permitir que este se conecte a la rueda 90 por medio de pernos 91.

35 En las Figuras 4 a 6 se muestra una segunda realización de un disco de freno 1 según esta divulgación. En esta realización, el disco de freno 1 comprende un soporte con forma de disco 17 y uno o más elementos 14 hechos de material compuesto de diamante / aglutinante que están montados y fijados sobre el soporte 17. La porción de fricción 13 está compuesta de dichos uno o más elementos 14. El soporte con forma de disco 17 está, por ejemplo, hecho de metal o de una aleación de metal.

40 Por lo tanto, en esta realización, las partículas de diamante 41 sólo están presentes en las bandas de fricción exteriores, es decir, en la región efectivamente destinada a ser puesta en contacto con la almohadilla de freno 2. Esto hace posible un ahorro de material compuesto comparado con la realización de la Figura 2. Los elementos 14 están estructuralmente separados del soporte 17 y son fabricados de forma separada del soporte 17. Los elementos 14 están fijados al soporte 17 (por ejemplo, por medio de tornillos) de forma tal que estos están constreñidos de forma estable a, y giran junto con, el soporte 17. El espesor de los elementos 14 puede estar más o menos limitado.

45 En la realización ilustrada en las figuras 4 a 6, cada porción de fricción 13 consiste en un elemento 14 con forma de anillo circular simple.

En una realización alternativa mostrada en la Figura 7, la porción de fricción 13 consiste en una pluralidad de elementos 14, por ejemplo en 4 elementos 14 que tienen, cada uno, la forma de un cuarto de un anillo circular.

50 En particular el soporte con forma de disco 17 comprende un asiento anular 18 en el cual están montados dichos uno o más elementos 14 que componen la porción de fricción 13. La pestaña de conexión 19 está fijada al soporte con forma de disco 17.

En la realización ilustrada en las Figuras 4 a 6, el disco de freno uno comprende dos porciones de fricción 13 que están en caras opuestas del soporte con forma de disco 17. El disco 17 comprende dos asientos anulares 18, uno en cada cara, y cada porción de fricción 13 está compuesta por uno o más elementos 14 hechos de material

compuesto. Como se muestra en la Figura 6, el soporte con forma de disco 17 está por lo menos parcialmente encerrado entre las porciones de fricción 13, y por lo tanto entre dos de dichos elementos 14 hechos de material compuesto.

5 En la Figura 8 se muestra una realización de una almohadilla de freno 2 según esta divulgación. La almohadilla de freno 2 comprende un soporte 27, por ejemplo, hecho de metal, y un elemento 24 hecho de material compuesto que está montado sobre un soporte 27 y actúa como una porción de fricción 23.

En una realización alternativa, no está presente el soporte 27 y la almohadilla de freno 2 está hecha enteramente de material compuesto de diamante / aglutinante, estando por lo tanto hecha la porción de fricción 23 en una pieza con una porción remanente de la almohadilla de freno 2.

10 En realizaciones alternativas adicionales, el uso de material compuesto de diamante / aglutinante está limitado a la superficie 15, 25 de la porción de fricción 13, 23. Esto es aplicable tanto si la porción de fricción 13, 23 es de una pieza con el resto del disco de freno 1 o de la almohadilla de freno 2, o si la porción de fricción 13, 23 es un elemento 14, 24 a ser montado sobre un soporte 17, 27.

15 En otras palabras la porción de fricción 13, 23 tiene una capa superficial (incluso una capa de grano simple) que está hecha de material compuesto, mientras que el resto de la porción de fricción 13, 23 está hecho de otro material; por ejemplo, está hecho solo de material aglutinante.

20 La posibilidad de modular la cantidad y el tamaño de partícula de las partículas de diamante 41 así como de variar el tipo de aglutinante 43, hace posible utilizar la materia sujeta de esta divulgación en diversos sectores (automoción, ferrocarril, aviación, etc.) y para diferentes requerimientos de precio / desempeño (coches comunes, coches deportivos, etc.)

Se indican las siguientes combinaciones de matriz metálica y partículas de diamante a modo de ejemplos no limitativos:

25 - Cobre / Diamante: unas pruebas revelaron que este es el material compuesto con la mejor con el mejor desempeño de todos los materiales compuestos evaluados. Este tiene el mejor equilibrio de propiedades mecánicas, conducción térmica y temperatura de fusión. La combinación de cobre y diamante mejora las ya excelentes propiedades de conducción térmica. Esto significa que no hay necesidad de hacer el disco con el sistema de autoventilación y que se reduce considerablemente la complejidad de construcción. La resistencia a la abrasión es tal que el sistema de freno puede ser utilizado para la vida útil entera del vehículo. Más aún, el diamante tiene un peso específico aproximadamente 2,5 veces menor que el cobre; por lo tanto, el peso del compuesto se reduce, mejorando el desempeño y limitando el consumo.

30 - Aluminio / Diamante: aplicado favorablemente cuando es importante el peso (tal como en motocicletas y coches eléctricos) y al mismo tiempo la energía cinética a ser disipada está limitada, como es el caso de vehículos ligeros y / o vehículos que alcanzan velocidades moderadas.

35 - Hierro fundido / Diamante o Acero / Diamante: aplicado favorablemente cuando se requiere un coste de producción reducido. La cantidad de diamante en el compuesto podría estar limitado al estrictamente necesario con el fin de asegurar que la vida útil del disco coincide con la vida útil prevista del vehículo. Esto puede lograrse con un aumento del costo limitado comparado con los discos de hierro fundido o acero.

40 - Titanio: gracias a su excelente ligereza y resistencia, el titanio podría ser utilizado como un soporte estructural para las dos bandas de fricción laterales hechas de cobre / diamante o aluminio / diamante, es decir, como el soporte 17 para los elementos 14 hechos de cobre / diamante o aluminio / diamante (véanse las Figuras 4 a 6). El uso de titanio en un material compuesto de titanio / diamante para la porción de fricción sería ventajoso debido al alto punto de fusión del titanio, pero la baja conductividad térmica del titanio podría convertirlo en una elección desfavorable. Considerando esto, el compuesto de titanio / diamante podría ser utilizado ventajosamente cuando no se repite frecuentemente el frenado, por ejemplo para el freno de emergencia de un tren.

45 Como ya se indico anteriormente y se mostró en las figuras 9 a 12, en una realización, el miembro de frenado comprende una capa superficial de material compuesto que es una capa de grano simple. En la práctica, el material compuesto del cual está compuesta la capa superficial (por lo tanto, la superficie 15 de la porción de fricción) comprende el aglutinante 43 y una capa simple de partículas de diamante 41. Dado que el resto del cuerpo de la porción de fricción puede estar hecho de metal (u otro material) sin partículas de diamante, esta realización es útil para limitar al máximo la cantidad de diamante necesaria. En esa capa superficial, las partículas de diamante 41 ocupan una fracción de la superficie que está entre el 20% y el 80%. Más particularmente, la fracción de la superficie ocupada por las partículas de diamante está entre el 40% y el 60%. El resto de la superficie está ocupado por el material aglutinante, que está ubicado entre las partículas de diamante 41.

55 Por ejemplo, para el material compuesto de grano simple, las partículas de diamante 41 tienen un diámetro o tamaño que está entre 200  $\mu\text{m}$  y 1200  $\mu\text{m}$ , en particular, el diámetro o tamaño está entre 400  $\mu\text{m}$  y 800  $\mu\text{m}$ .

En una realización particular, las partículas de diamante 41 de la capa simple están posicionadas según una cuadrícula regular en la cual las partículas de diamante 41 están separadas unas de otras y el aglutinante 43 se interpone entre las partículas de diamante 41 (Figura 11). En la práctica, la superficie de fricción 15 muestra las partículas de diamante 41 distribuidas en una forma regular, por ejemplo en una cuadrícula con entramado cuadrado o entramado triangular. Comparado con una distribución aleatoria, esto es útil para asegurar una uniformidad sustancial de las propiedades de la superficie de fricción 15 durante el uso. Más aún, dado que las partículas de diamante 41 no se tocan unas con otras, se maximiza la superficie de contacto de cada partícula 41 con el aglutinante 43. Esto es útil para asegurar que las partículas de diamante 41 están incorporadas en el material compuesto de la forma más estable posible, evitando la posibilidad de que éstas puedan desprenderse durante el uso debido a una concentración de tensiones.

Dichas realizaciones con una capa superficial de material compuesto de grano simple son particularmente ventajosas para hacer un miembro de frenado que es un disco de freno 1, como se muestra por ejemplo en las Figuras 9 a 12. Para un disco de freno como tal, se ha encontrado que se logran buenos resultados utilizando aluminio como material aglutinante.

En particular, el disco de freno 1 comprende dos superficies de fricción en forma de anillo circular 15, en caras opuestas del disco 1. Tales superficies de fricción 15, una de las cuales se muestra en línea de puntos en la Figura 9, están afectadas por la acción de las almohadillas de freno 2 durante el uso.

Cada una de dichas dos superficies de fricción 15 está hecha de material compuesto con una capa simple de partículas de diamante 41. El resto del disco de freno está hecho de material sin partículas de diamante 41. Por ejemplo, está hecho de aluminio y puede ser mecanizado, fresado o torneado según se requiera, por ejemplo para crear orificios de ventilación, orificios de fijación para la pestaña 19, u otros orificios de fijación para pernos o remaches.

Si el disco de freno debe disipar salidas de calor muy altas, el disco de freno 1 está provisto de canales de ventilación que se extienden en el disco de freno, en el espesor entre las dos superficies de fricción 15, por ejemplo extendiéndose radialmente o de una forma curvada.

En una realización (Figura 13), se obtienen unos canales de ventilación 38 haciendo orificios en el disco de freno 1, por ejemplo con un taladro.

En otra realización (Figura 14), el disco de freno 1 está compuesto por dos partes 31, 32 que están fabricadas separadamente y ensambladas, por ejemplo siendo fijadas una a la otra por medio de pernos o remaches. Cada parte 31, 32 incluye una respectiva superficie de fricción 15 sobre una primera cara y, sobre una segunda cara opuesta, cavidades 34 correspondientes a las porciones respectivas de los canales de ventilación 38 (Figura 15).

Cuando las dos partes 31, 32 se ensamblan, las segundas caras están orientadas una a la otra. Los canales de ventilación 38 son creados mediante la unión entre sí de las cavidades 34 que están orientadas una hacia la otra y / o penetran entre sí. En particular, cada segunda cara comprende proyecciones o nervaduras 35 entre las cuales se definen las cavidades 34. Cuando las dos partes 31, 32 se ensamblan, las proyecciones 35 de una parte hacen contacto contra unos asientos correspondientes en la otra parte. Las proyecciones 35 también actúan, separadores que, cuando se hacen adecuadamente, mantienen el paralelismo entre las superficies de fricción 15.

En particular las superficies de fricción 15 comprenden una capa simple de partículas de diamante, como se describió anteriormente, mientras que el resto de cada parte 31, 32 está hecha de material aglutinante, por ejemplo aluminio.

Según esta divulgación, un miembro de frenado o un elemento para la porción de fricción puede estar hecho con diferentes métodos, los cuales tienen en común el hecho de que la porción de fricción, o por lo menos su superficie de fricción, está hecha utilizando un material compuesto que comprende partículas de diamante y un aglutinante.

En un método de producción se utiliza un medio de sinterización. Un ejemplo de ese método se describe a continuación con referencia específica a un material compuesto de cobre / diamante. Un método similar también es aplicable con los otros aglutinantes.

Una primera etapa se refiere a la preparación de la mezcla de polvos de diamante y aglutinante. El polvo de cobre es dosificado en cantidades que dependen del espesor de la parte terminada a obtenerse. Las partículas de diamantes son añadidas en cantidades que dependen del desempeño deseado. La concentración de las partículas de diamante es medida en quilates /  $\text{cm}^3$  o en fracción volumétrica del volumen del compuesto. Por ejemplo, las partículas de diamante ocupan una fracción del volumen del material compuesto que está entre el 10% y el 50%. En particular, esa fracción de volumen está entre el 15% y el 40%. Incluso más particularmente, es del 20%.

Una segunda etapa se refiere al mezclado homogéneo de los polvos. La mezcla de polvo de cobre y partículas de diamante se introduce en un tambor y se hace girar en el interior una mezcladora "Turbula" especial durante un tiempo que puede variar desde varios minutos a varias horas, dependiendo del tamaño de partícula y de la cantidad de producto a ser mezclado. En particular, ese tiempo está entre 15 minutos y 30 minutos.

Una tercera etapa se refiere a la granulación de los polvos. La mezcla homogénea obtenida a partir de la etapa anterior requiere un tratamiento adicional, denominado “granulación”, de forma tal que este puede ser distribuido de forma uniforme en el interior de un molde de sinterización.

5 La granulación está diseñada para transformar los polvos, que inicialmente tienen un grano muy fino (por ejemplo, con un diámetro o tamaño de entre 20  $\mu\text{m}$  y 60  $\mu\text{m}$ ) en gránulos más grandes con un diámetro o tamaño de aproximadamente varias décimas de milímetro. Esto facilita la maleabilidad y fluidez del material durante la etapa de distribución en el molde. La granulación se lleva a cabo en máquinas especiales denominadas granuladores. Se añaden polvos adhesivos a la mezcla, la cual es procesada de forma tal que se obtiene gránulos sustancialmente esféricos que luego son secados para hacerlos más firmes.

10 Para las siguientes etapas se suministra un molde de sinterización 8 hecho de grafito, que tiene una matriz o cavidad 80 con la forma y dimensiones de la parte a ser obtenida. El molde de sinterización 8 es ensamblado y presionado en un soporte de molde 85 de acero adecuado, como se ilustra en la Figura 16. El uso de un molde de sinterización 8 hecho de grafito es ventajoso porque el grafito es un buen conductor de la electricidad y tiene un bajo coeficiente de expansión térmica. Por lo tanto, es fácil transferir el calor a la cavidad 80 y a la misma vez aplicar presión en el molde 8. En cualquier caso, es posible utilizar un molde de sinterización hecho de acero.

Una cuarta etapa se refiere al pre-moldeado en frío. La mezcla granulada es distribuida en la cavidad de 80 del molde 8. Antes de la sinterización, el molde 8 debe ser presionado en frío para compactar la mezcla y promover la sinterización. Esto se logra con un punzón hecho de grafito que está conformado para permitir que este se deslice en la cavidad 80 y que a la misma vez impida que el polvo de la mezcla se salga de la cavidad 80.

20 Una quinta etapa se refiere a la sinterización en sí. El soporte de molde 85 con el molde 8 dentro del mismo es situado en una máquina de sinterización que automáticamente carga el soporte de molde 85 en una cámara de sinterización, en la cual el molde 8 es presionado entre dos electrodos que también están hechos de grafito.

El ciclo térmico y las presiones aplicadas en la máquina de sinterización dependen del tipo de polvo a ser utilizado y del resultado deseado. Un ejemplo de un ciclo para hacer un disco de cobre / diamante se muestra en la Figura 17.

25 Por ejemplo la parte es un elemento 14 de la porción de fricción y tiene la forma de un cuarto de un anillo circular, como se muestra en la Figura 7. Ocho partes obtenidas de este modo son montadas sobre un soporte 17, cuatro sobre cada lado, para obtener las dos porciones de fricción 13 en forma de anillo circular.

30 Para obtener una porción de fricción 13 en la cual solo una capa superficial está hecha de material compuesto, la mezcla granulada se distribuye en la cavidad 80 del molde 8 solo hasta una altura predeterminada igual al espesor de la capa a ser obtenida. El resto de la cavidad de 80 es llenado solo con polvo de cobre. La sinterización produce un elemento que está en una pieza, que tiene una capa superficial hecha de material compuesto de cobre / diamante y el resto está hecho de cobre sinterizado.

35 Para obtener una capa de grano simple de material compuesto, puede utilizarse el siguiente método: esparcir una capa de adhesivo en la parte inferior de la cavidad 80; distribuir la mezcla granulada (o incluso solo partículas de diamante) en la cavidad 80; voltear el molde 8 con el fin de vaciar la cavidad de 80 y solo dejar una capa de gránulos o partículas que se adhiere a la parte inferior de la cavidad 80; llenar el resto de la cavidad de 80 solo con polvo de cobre. La sinterización se lleva a cabo como se describió anteriormente.

De forma alternativa a lo anterior, la parte puede ser sinterizada o fundida en un molde metálico, si es necesario, utilizando técnicas conocidas en el sector de la producción de componentes MMC.

40 En una realización alternativa se utiliza un método de impresión tridimensional (3D), por ejemplo, sinterización de metal directa con láser, con el acrónimo *DMLS*. En la práctica, la energía de sinterización es suministrada con un haz láser. Esta técnica, aunque como técnica de impresión 3D es conocida, nunca ha sido utilizada anteriormente para un MMC de metal / diamante.

45 En otra realización alternativa, se utiliza un método de impresión tridimensional diferente, por ejemplo la Fusión por Haz de Electrones.

Otro método para hacer un miembro de frenado con una capa superficial de grano simple de material compuesto se describe a continuación.

50 Una capa adhesiva se posiciona sobre una cara de una cámara 87 de un molde de sinterización 86 (mostrada de una forma simplificada en la Figura 18), en particular sobre una cara inferior 88. Por ejemplo, la capa adhesiva es un material soluble con el calor, que se disuelve durante la sinterización.

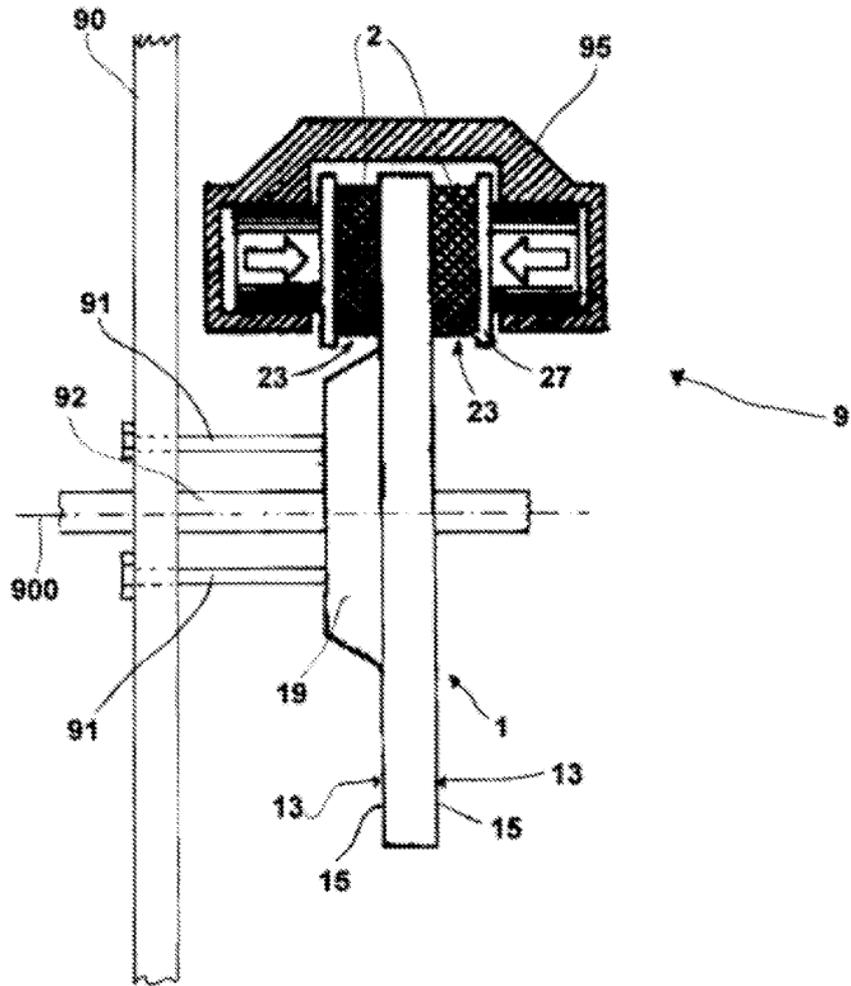
La capa adhesiva es posicionada solo donde se requieren las partículas de diamante 41 en el miembro de frenado a ser obtenido. Por ejemplo, la capa adhesiva está en forma de un anillo correspondiente a la forma de la superficie de fricción 15 de la Figura 9.

- 5 Las partículas de diamante 41 están distribuidas sobre la capa adhesiva. Algunas partículas de diamante 41 se adhieren a la capa adhesiva y por lo tanto están constreñidas contra la cara 88, mientras que las partículas de diamante restantes están libres, es decir que no están fijadas a la capa de adhesivo. Después de que las partículas libres 41 han sido eliminadas (por ejemplo, mediante succión o mediante volteo del molde), una capa simple de partículas de diamante 41 permanece en el molde 86.
- 10 El polvo del aglutinante 43 es añadido en la cámara 87 del molde, llenando los espacios entre las partículas de diamante 41 sobre la capa adhesiva y formando una capa superior en la cual está solo el aglutinante. Un punzón 89 desciende en la cámara 87 y comprime el contenido (es decir el polvo del aglutinante 43 y las partículas de diamante 41 por debajo de este) en el molde 86 durante la sinterización. La Figura 18 muestra un punzón 89 en la posición levantada y, con líneas de puntos, un punzón 89 en la posición más baja listo para iniciar la compresión del contenido de la cámara 87.
- La sinterización se lleva a cabo, por ejemplo, en una cámara de sinterización.
- 15 Después de la sinterización, se obtiene una parte 310, 320 que tiene una superficie hecha de material compuesto de diamante y aglutinante, en la cual las partículas de diamante 41 están posicionadas en una capa simple sobre una superficie de fricción 15, mientras que el resto de la parte 310, 320 está hecha de material aglutinante.
- Se pueden realizar unos orificios, orificios pasantes (por ejemplo, un orificio central en el disco de freno), ranuras o cavidades similares con una conformación adecuada de la cámara 87 o mediante la colocación en esta de elementos conformados que se corresponde con las cavidades deseadas, de una forma tal que el polvo del aglutinante 43 no ocupe las zonas correspondientes.
- 20 Para obtener una capa simple con partículas de diamante posicionadas según una cuadrícula regular, las partículas de diamante son distribuidas sobre la capa de adhesivo utilizando una pantalla o plantilla 71 (mostrada a modo de ejemplo en la Figura 19) con aberturas pasantes 72 posicionadas según la cuadrícula regular misma. Las dimensiones de las aberturas pasantes 72 son ligeramente mayores que las dimensiones de las partículas de diamante 41. Dicha plantilla 71 es ubicada sobre la capa adhesiva; luego las partículas de diamante 41 se distribuyen sobre la plantilla 71. Solo las partículas de diamante 41 que pasan a través de las aberturas pasantes 25 72 se fijan a la capa adhesiva, lo cual significa que estas se posicionan según la cuadrícula regular. El exceso de partículas de diamante 41 y la plantilla 71 se retiran antes de añadir el polvo del aglutinante 43. Si es necesario, la plantilla 71 puede tener zonas con cuadrículas que son diferentes unas de otras. Por ejemplo, una cuadrícula más densa en los lugares en los que el disco de freno está sometido a más tensión durante el uso y una cuadrícula 30 menos densa en los lugares en los que el disco de freno está menos tensionado.
- Por ejemplo, el método descrito anteriormente es utilizado para obtener dos piezas o partes 310, 320 (teniendo, cada una, una respectiva superficie de fricción 15 con una capa simple de diamantes) que son que en forma de disco y están ensamblados para obtener un disco de freno (Figura 20). Las dos partes 310, 320 están unidas entre sí utilizando pernos o remaches que pasan a través de orificios adecuados hechos en las partes.
- 35 En una realización alternativa, después de la etapa de sinterización, cada parte 310, 320 está sometida a una etapa de procesamiento adicional. Un método de impresión tridimensional (o fabricación aditiva) se utiliza para hacer proyecciones 35 y cavidades 34 sobre la cara opuesta a aquella sobre la cual las se ubican las partículas de diamante 41. Esto proporciona partes 31, 32 que están ensambladas para obtener un disco de freno con canales de ventilación, como ya se describió anteriormente.
- 40 Con el método de sinterización descrito anteriormente, también es posible obtener directamente una parte 350 que tiene dos superficies de fricción 15 sobre caras opuestas. En particular, la parte 350 es en forma de disco y constituye el cuerpo de un disco de freno (Figura 22).
- Con este fin también se crea una capa simple de partículas de diamante 41 (por medio de una capa adhesiva) sobre la superficie del punzón 89, el cual comprime el contenido de la cámara 87 en el molde 86 durante la sinterización. 45 El cierre del molde 86 también lleva a dichas partículas 41 hacia el interior del polvo de aglutinante y estas son incorporadas en la correspondiente cara de la parte 350.
- Para todos los métodos descritos anteriormente puede haber una etapa preliminar en la cual las partículas de diamante, antes de ser mezcladas con el polvo aglutinante, son recubiertas o granuladas con una sustancia de recubrimiento con el fin de mejorar la conducción térmica entre el diamante y la matriz del material compuesto y para 50 mejorar la adhesión entre las partículas de diamante y el aglutinante. En particular, las partículas de diamante son recubiertas o granuladas con cromo. En lugar de cromo, pueden utilizarse otras sustancias de recubrimiento, por ejemplo, titanio, plata, níquel o cobre. Más aún, como una alternativa a la granulación, el recubrimiento de las partículas de diamante con la sustancia de recubrimiento se lleva a cabo con un método de deposición química en fase vapor (CVD) o con un método de deposición física en fase vapor (PVD).
- 55 La materia sujeto de esta divulgación se describió anteriormente con referencia a algunas realizaciones de la misma. Se entenderá que puede haber otras realizaciones referidas al mismo concepto inventivo, todas protegidas por las reivindicaciones anexas.

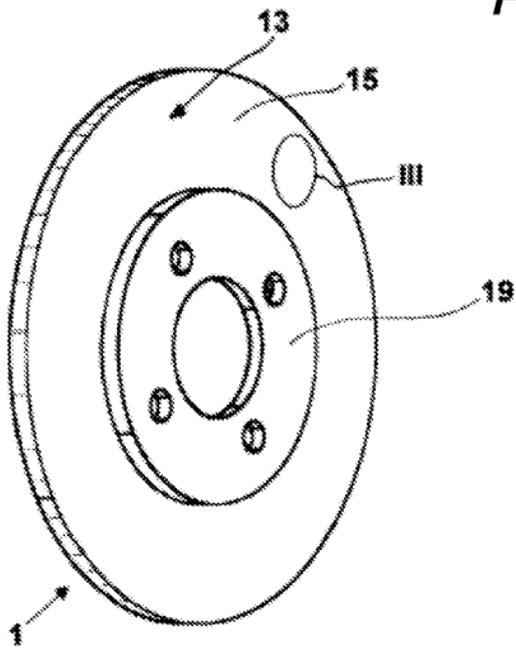
**REIVINDICACIONES**

1. Un miembro de frenado (1, 2) para un sistema de freno (9), comprendiendo dicho miembro de frenado (1, 2) por lo menos una porción de fricción (13, 23) que tiene una superficie (15, 25) destinada a ser puesta en contacto con un componente (2, 1) del sistema de freno (9) para producir una acción de frenado debido a una fuerza de fricción entre dicha superficie (15, 25) y dicho componente (2, 1),  
5
- caracterizado por que la superficie (15, 25) y / o la porción de fricción (13, 23) está hecha de un material compuesto que comprende partículas de diamante (41) y un aglutinante (43).
2. El miembro de frenado (1, 2) según la reivindicación 1, en el cual el material compuesto comprende una matriz de aglutinante (43) y partículas de diamante (41) embebidas en la matriz de aglutinante (43).
- 10 3. El miembro de frenado (1, 2) según la reivindicación 1 o 2, en el cual el aglutinante (43) es un material metálico; en particular, el aglutinante (43) es un material elegido a partir de un grupo que comprende: aluminio, cobre, titanio, magnesio, cobalto, hierro, hierro fundido, acero, una aleación de dos o más de esos materiales.
- 15 4. El miembro de frenado (1, 2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual dicho material compuesto comprende el aglutinante (43) y una capa simple, o capa de grano simple, de partículas de diamante (41), formando dicho material compuesto una capa superficial que forma la superficie (15, 25) de la porción de fricción (13, 23).
5. El miembro de frenado (1, 2) según la reivindicación 4, estando posicionadas las partículas de diamante (41) de dicha capa simple según una cuadrícula regular en la cual las partículas de diamante (41) están separadas unas de otras y el aglutinante (43) está interpuesto entre las partículas de diamante (41).
- 20 6. El miembro de frenado (1, 2) según la reivindicación 4 o 5, en el cual las partículas de diamante (41) ocupan una fracción de la superficie (15, 25) que está entre el 20% y el 80%; en particular la fracción de la superficie está entre el 40% y el 60%.
7. El miembro de frenado (1, 2) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el cual las partículas de diamante (41) tienen un diámetro o un tamaño que está entre 200  $\mu\text{m}$  y 1200  $\mu\text{m}$ ; en particular, el diámetro o tamaño está entre 400  $\mu\text{m}$  y 800  $\mu\text{m}$ .
- 25 8. El miembro de frenado (1, 2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual la porción de fricción (13, 23) está hecha enteramente de dicho material compuesto.
9. El miembro de frenado (1, 2) según la reivindicación 8, en el cual las partículas de diamante (41) tienen un diámetro o un tamaño que está entre 1 nm y 1 mm, en particular, el diámetro o tamaño está entre 10  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$  e incluso más particularmente, el diámetro o tamaño está entre 30  $\mu\text{m}$  y 300  $\mu\text{m}$ .
- 30 10. El miembro de frenado (1, 2) según la reivindicación 8 o 9, en el cual las partículas de diamante (41) ocupan una fracción del volumen del material compuesto que está entre el 10% y el 50%, en particular, dicha fracción del volumen está entre el 15% y el 40%, e incluso más particularmente dicha fracción del volumen es del 20%.
- 35 11. El miembro de frenado (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, siendo dicho miembro de frenado (2) una almohadilla de freno.
12. El miembro de frenado (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, siendo dicho miembro de frenado (1) un disco de freno.
- 40 13. El miembro de frenado (1) según la reivindicación 12, en el cual la porción de fricción (13) es en forma de anillo circular, estando compuesta la porción de fricción (13) por uno o más elementos (14) hechos de dicho material compuesto o con una superficie hecha de dicho material compuesto, comprendiendo además el disco de freno (1) un soporte (17) que es en forma de disco, estando montados dichos uno o más elementos (14) sobre el soporte (17) para formar la porción de fricción (13) en forma de anillo circular.
- 45 14. El miembro de frenado (1) según la reivindicación 13, que comprende dos porciones de fricción (13) en forma de anillo circular que están en caras opuestas del soporte (17) en forma de disco, estando compuesta cada porción de fricción (13) por uno o más elementos (14) hechos de dicho material compuesto o con una superficie hecha de dicho material compuesto, estando el soporte (17) con forma de disco por lo menos parcialmente encerrado entre dos de dichos elementos (14).
- 50 15. El miembro de frenado (1) según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, siendo dicho miembro de frenado (1) un disco de freno que comprende dos superficies de fricción (15) en forma de anillo circular que están en caras opuestas del miembro de frenado (1), estando hechas dichas dos superficies (15) de dicho material compuesto, comprendiendo una capa simple de partículas de diamante (41).

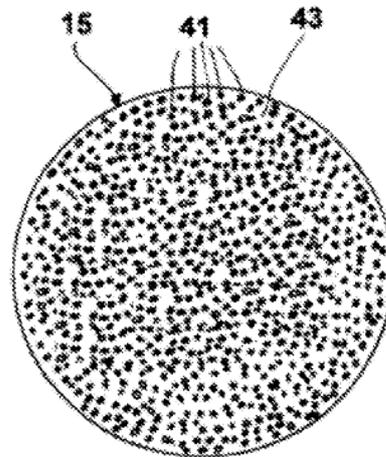
- 5 16. El miembro de frenado (1) según la reivindicación 15, que comprende canales de ventilación (38) que se extienden en el cuerpo del miembro de frenado (1), estando el cuerpo entre las dos superficies (15), estando compuesto el miembro de frenado (1) por dos partes (31, 32) que están ensambladas, comprendiendo cada una de dichas dos partes (31, 32) una de dichas dos superficies (15) y, sobre una cara opuesta, unas cavidades (34) correspondientes a las respectivas porciones de los canales de ventilación (38).
17. Un sistema de freno (9) que comprende por lo menos un miembro de frenado (1, 2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.
- 10 18. El sistema de freno (9) según la reivindicación 17, que comprende por lo menos un disco de freno (1) y una almohadilla de freno (2) destinada a funcionar en conjunto con el disco de freno (1) para producir una acción de frenado, siendo la almohadilla de freno (2) según la reivindicación 11 y siendo el disco de freno (1) según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16.
- 15 19. Un método para fabricar un miembro de frenado (1, 2) para un sistema de freno (9), comprendiendo dicho miembro de frenado (1, 2) por lo menos una porción de fricción (13, 23) que tiene una superficie (15, 25) destinada a ser puesta en contacto con un componente (2, 1) del sistema de freno (9) para producir una acción de frenado debido a una fuerza de fricción entre dicha superficie (15, 25) y dicho componente (2, 1),  
 caracterizado por que el método para fabricar el miembro de frenado comprende una etapa de fabricación de la porción de fricción (13, 23) o por lo menos de dicha superficie (15, 25) utilizando un material compuesto que comprende partículas de diamante (41) y un aglutinante (43).
- 20 20. El método según la reivindicación 19, en el cual la etapa de fabricación de la porción de fricción (13, 23) comprende las sub-etapas de:
- colocación de una capa de adhesivo sobre una cara (88) de una cámara (87) de un molde (86);
  - distribución de las partículas de diamante (41) sobre la capa de adhesivo;
  - extracción del molde (86) de aquellas partículas de diamante (41) que no están fijadas a la capa de adhesivo;
  - adición de polvo de aglutinante (43) en la cámara (87) del molde (86);
- 25 - sinterización del contenido de la cámara (87) del molde (86), obteniendo una porción de fricción (13, 23) que tiene una superficie (15, 25) hecha de un material compuesto que comprende el aglutinante (43) y una capa simple, o capa de grano simple, de partículas de diamante (41).
- 30 21. El método según la reivindicación 20, en el cual la sub-etapa de distribución de las partículas de diamante (41) sobre la capa de adhesivo se lleva a cabo utilizando una pantalla o una plantilla (71) con una cuadrícula regular de aberturas pasantes (72), a través de las cuales las partículas de diamante (41) fijas a la capa adhesiva se posicionan según una cuadrícula regular en la cual las partículas de diamante (41) están separadas unas de otras.
- 35 22. El método según la reivindicación 20 o 21, que comprende una etapa adicional de realización de proyecciones (35) y cavidades (34) sobre una cara de la porción de fricción (13, 23) sinterizada, siendo dicha cara opuesta a dicha superficie (15) hecha de material compuesto, en el cual dichas proyecciones (35) y cavidades (34) están hechas por medio de un método de impresión tridimensional.
23. El método según la reivindicación 19, en el cual la porción de fricción (13, 23) está hecha por medio de un método de sinterización.
24. El método según la reivindicación 19, en el cual la porción de fricción (13, 23) está hecha por medio de un método de impresión tridimensional.
- 40 25. El método según la reivindicación 24, en el cual el método de impresión tridimensional es un método de sinterización directa de metal por láser.
- 45 26. El método según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 25, que comprende una etapa de recubrimiento o granulación de las partículas de diamante (41) con una sustancia de recubrimiento antes del mezclado de las partículas de diamante (41) y el aglutinante (43), en particular, siendo seleccionada dicha sustancia de recubrimiento a partir de un grupo que comprende: cromo, titanio, plata, níquel, cobre.



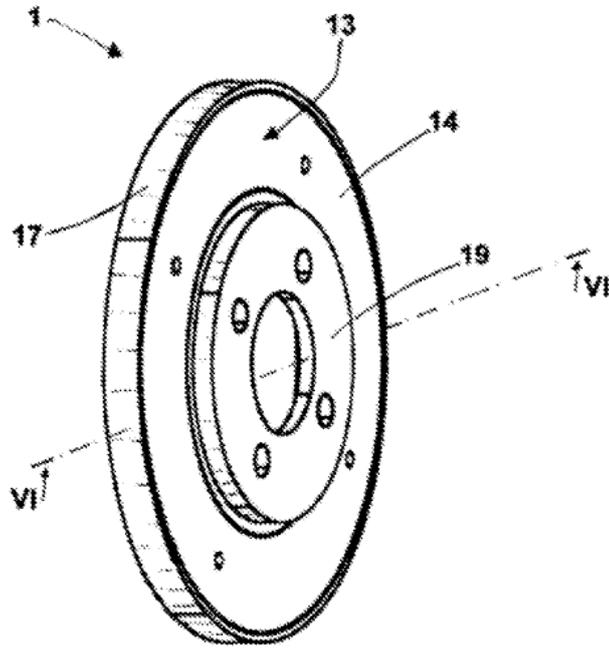
**FIG. 1**



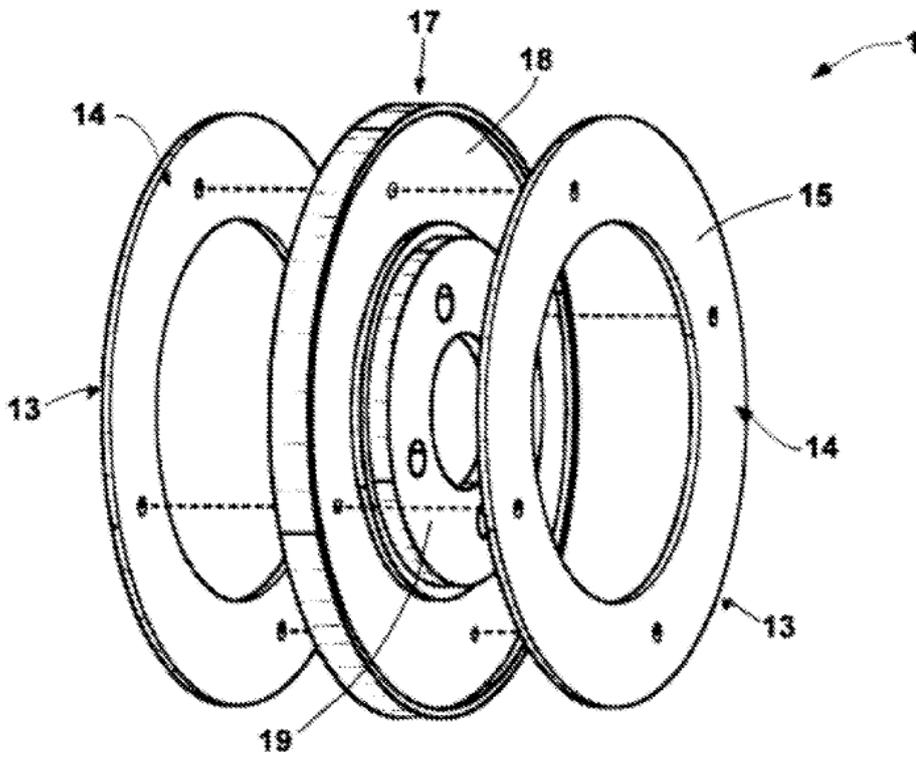
**FIG. 2**



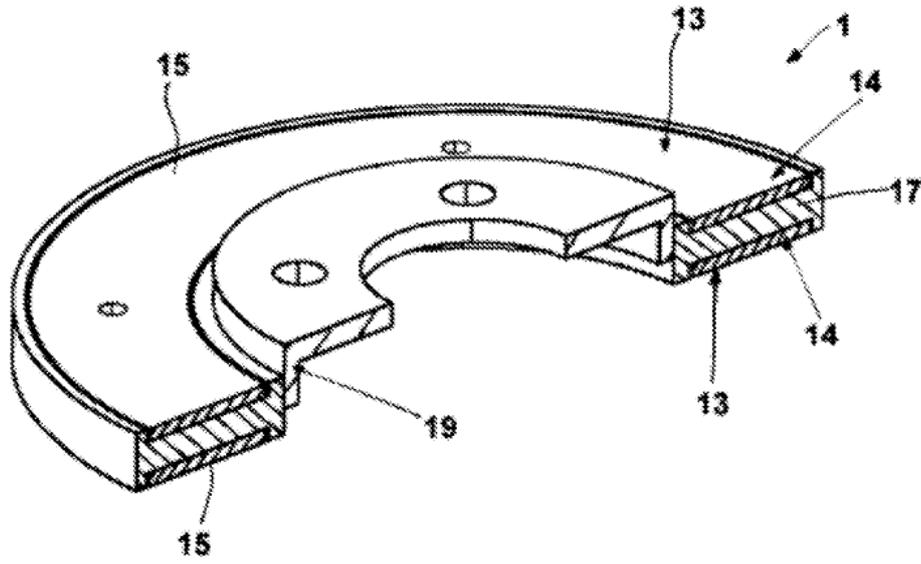
**FIG. 3**



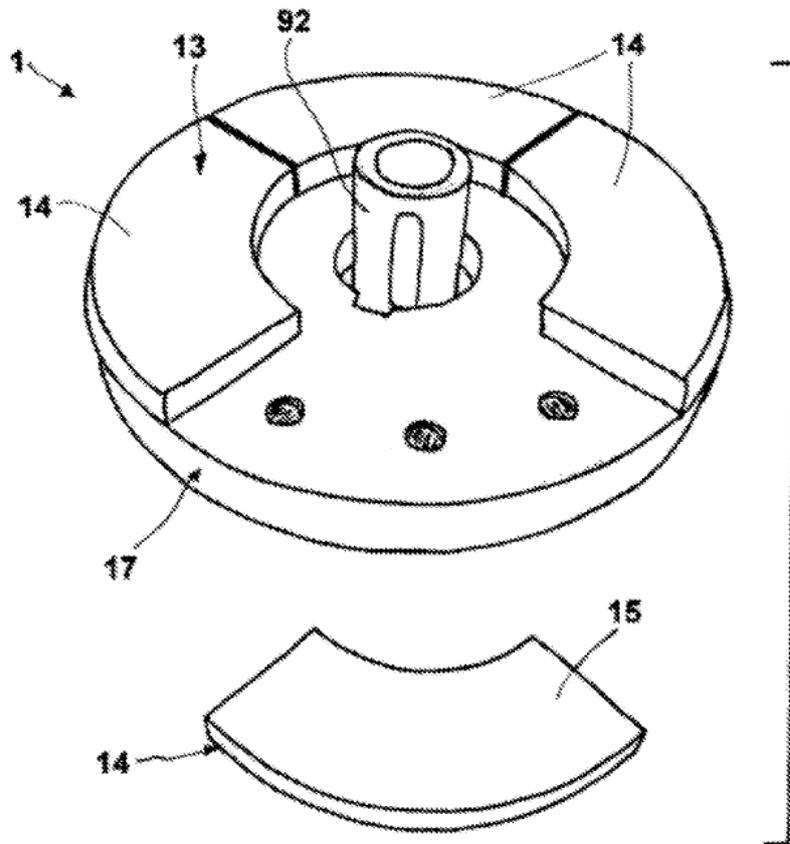
**FIG. 4**



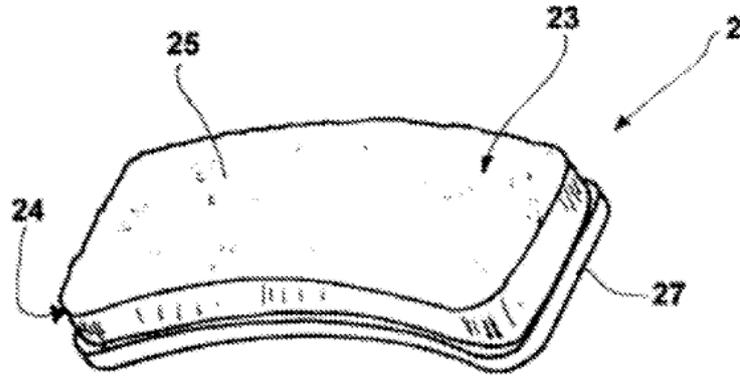
**FIG. 5**



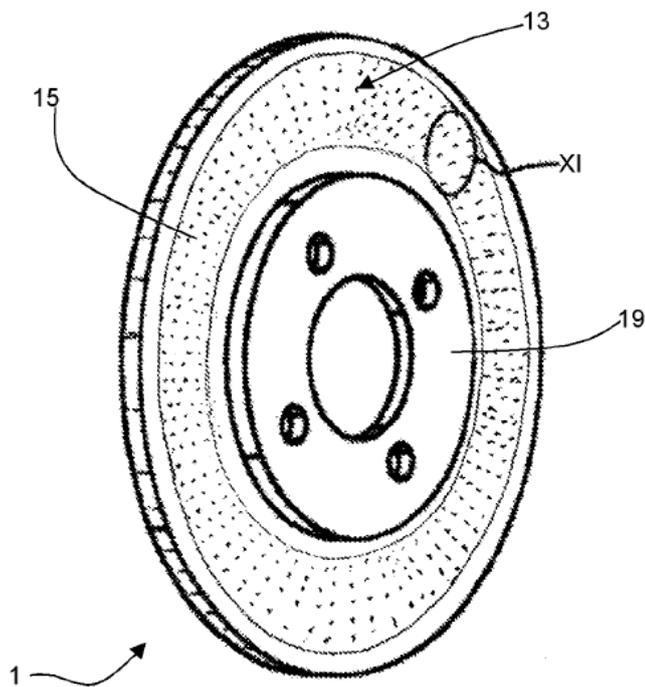
**FIG. 6**



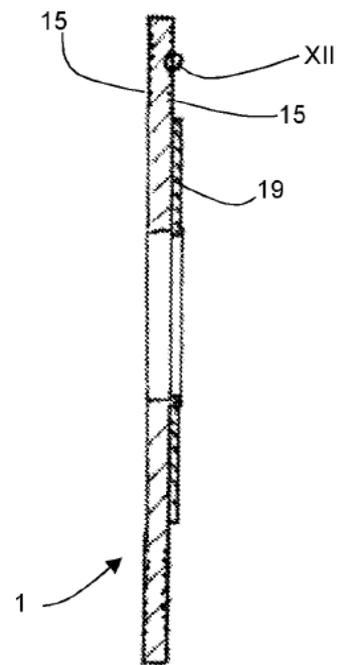
**FIG. 7**



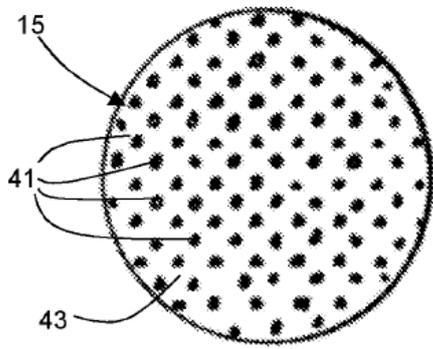
**FIG. 8**



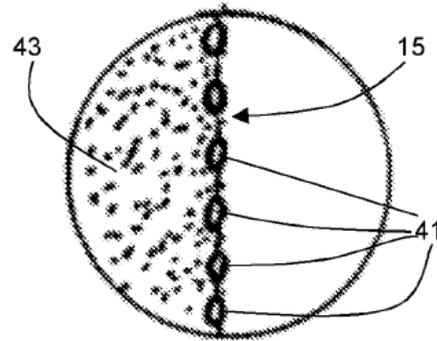
**FIG. 9**



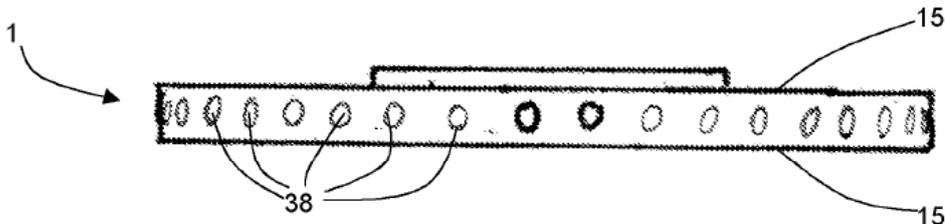
**FIG. 10**



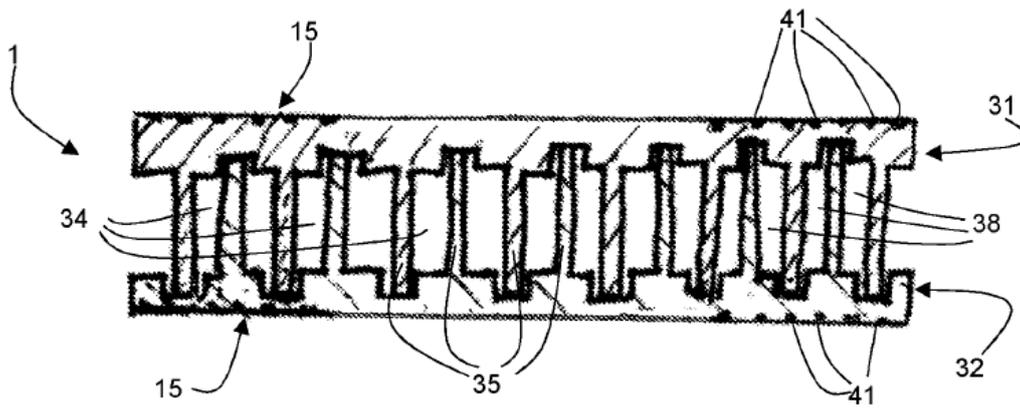
**FIG. 11**



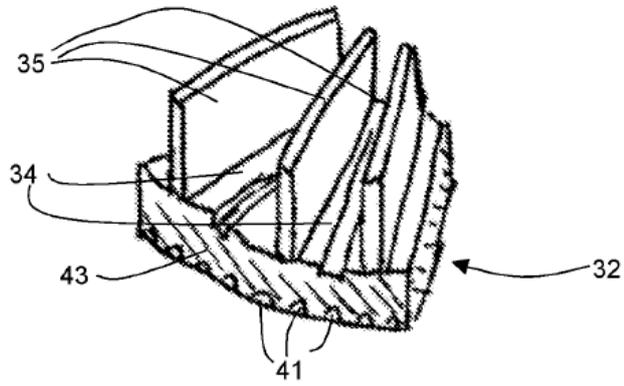
**FIG. 12**



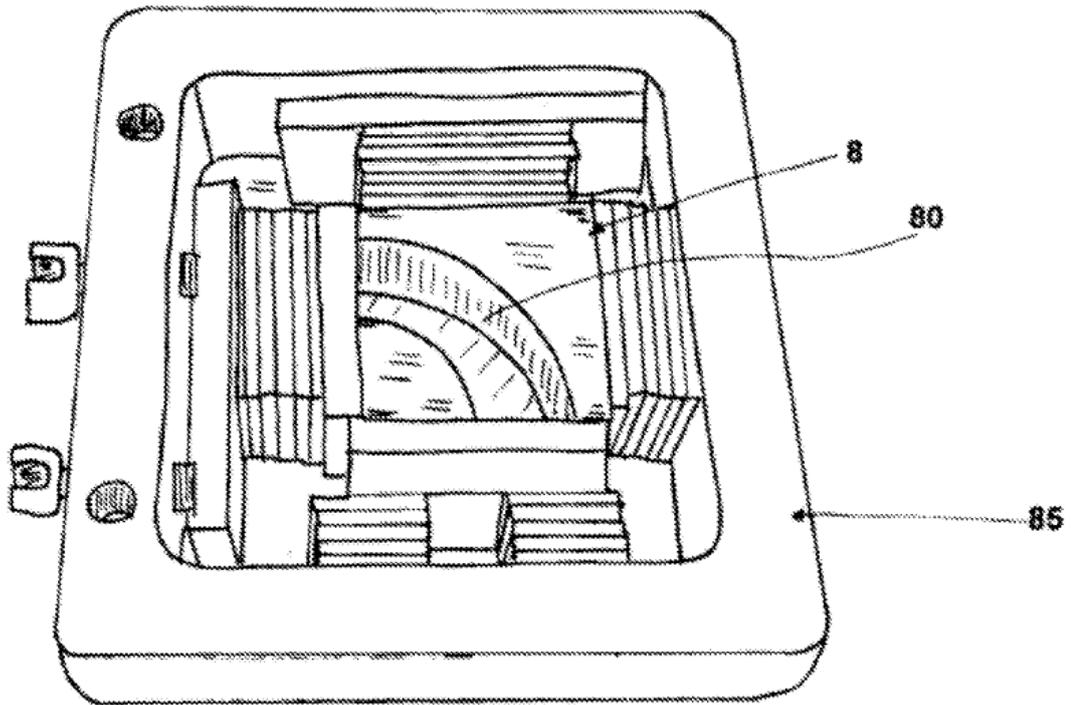
**FIG. 13**



**FIG. 14**



**FIG. 15**



**FIG. 16**

Ciclo de Sinterización: Cobre / Diamante

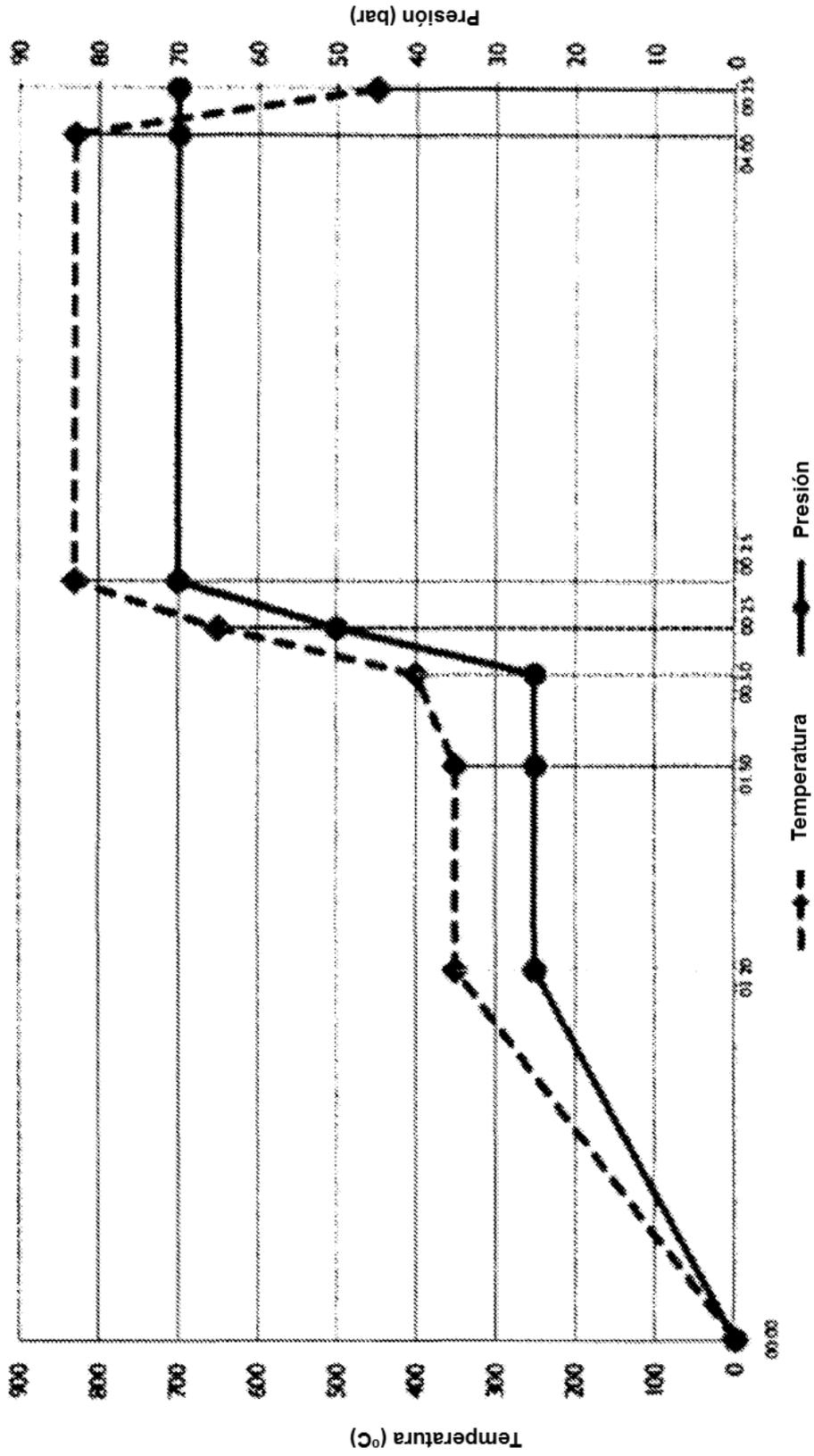
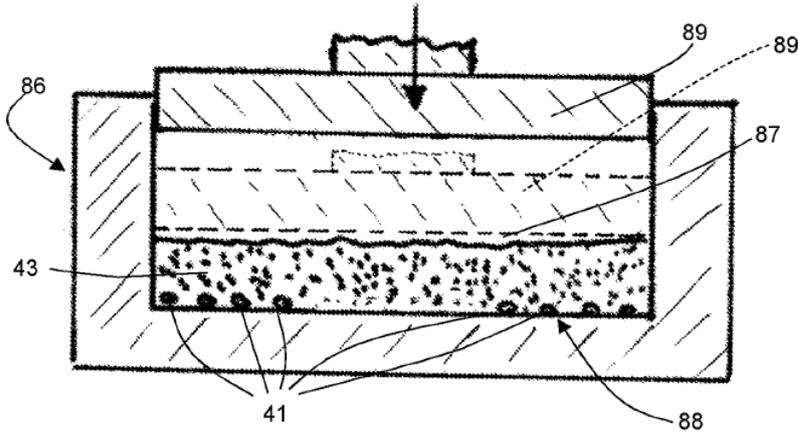
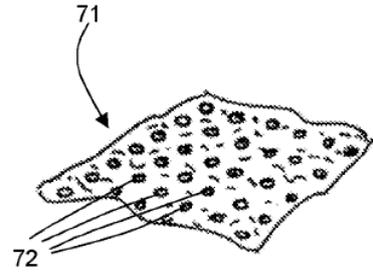


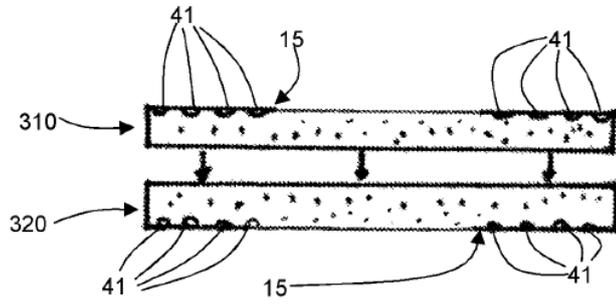
FIG. 17



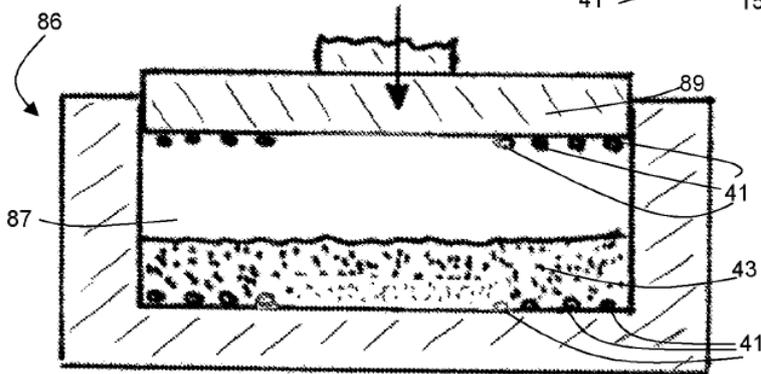
**FIG. 18**



**FIG. 19**



**FIG. 20**



**FIG. 21**



**FIG. 22**