

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 379**

51 Int. Cl.:

F16D 66/00 (2006.01)

F16D 65/08 (2006.01)

F16D 65/092 (2006.01)

F16D 69/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2013 E 13824384 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2895767**

54 Título: **Método para la fabricación de un elemento de frenado con sensor integrado, en particular una pastilla de freno, pastilla de freno con sensor integrado, sistema de frenado de vehículos y método asociado**

30 Prioridad:

17.04.2013 IT TO20130307

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

20.09.2016

73 Titular/es:

**ITT ITALIA S.R.L. (100.0%)
Corso Europa, 41/43
20020 Lainate, IT**

72 Inventor/es:

**MERLO, FABRIZIO;
MARTINOTTO, LUCA y
DONZELLI, DANIELE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 583 379 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

Método para la fabricación de un elemento de frenado con sensor integrado, en particular una pastilla de freno, pastilla de freno con sensor integrado, sistema de frenado de vehículos y método asociado

5

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un método para la fabricación de elementos de frenado, en particular pastillas de freno con sensores integrados que permiten detectar las fuerzas que actúan sobre las pastillas de freno durante el frenado del vehículo. La invención se refiere también a una pastilla de freno integrada con sensores

10

TÉCNICA ANTERIOR

Con los sistemas de frenado de vehículos que se producen actualmente, no hay manera de detectar, mientras se usa el vehículo, si no es mediante sistemas externos, las fuerzas que se intercambian entre las pastillas de freno (o zapatas para vehículos equipados con frenos de tambor) y el elemento de disco o tambor fijado a la rueda que se está frenando. Esto hace imposible detectar o predecir la aparición de muchos inconvenientes que pueden variar desde un desgaste anómalo de la pastilla de freno debido, por ejemplo, a que las pastillas "tocan" el disco incluso cuando el frenado no está teniendo lugar, debido a un mal ajuste de pinza, más que el ruido, vibración y chirrido indeseable durante el frenado. Estos problemas conducen a fallos de funcionamiento o incluso a la sustitución prematura, y a menudo innecesaria, de las pastillas de freno.

15

20

El documento KR2004-48957A intenta resolver el problema de la generación de ruido y vibración durante el frenado disponiendo elementos piezoeléctricos detrás del soporte metálico para la pastilla de freno que se conoce como "disco trasero". Estos elementos piezoeléctricos, como resultado de las vibraciones a las que se ve sometido el disco trasero durante el uso, generan energía eléctrica que posteriormente se disipa suministrando dicha energía a unos LED. Absorbiendo energía de esta manera se amortiguan estas vibraciones.

25

Más en general, se conoce en la técnica el uso de elementos piezoeléctricos (sensores o accionadores) para fines experimentales. Disponiendo por ejemplo elementos piezoeléctricos contra el disco trasero y orientándolos hacia los lados exteriores de la pinza de freno con el fin de detectar las deformaciones de dicho disco trasero durante ensayos en banco de frenado o para contrarrestar las vibraciones que se generan durante el frenado mediante la alimentación eléctrica de accionadores piezoeléctricos de manera que dichos accionadores aplican entonces fuerzas al disco trasero que deberían contrarrestar y, por lo tanto, amortiguar las vibraciones.

30

35

Por ejemplo, el Documento Técnico SAE 2004-01-2773 describe un estudio realizado por la Universidad de Darmstadt en el cual se acoplaron elementos piezoeléctricos junto con sensores de aceleración y se usaron ambos como sensores y accionadores para la supresión del chirrido durante el frenado. Este mismo estudio señala, sin embargo, que el sistema descrito debería considerarse como un instrumento de ayuda para el diseño y no como un sistema adecuado para su uso en la producción en serie de pastillas de freno.

40

Los documentos EP1531110 y GB2478423 describen sistemas de frenado de vehículos en los que se disponen sensores piezoeléctricos, respectivamente, en el disco de freno o entre el pistón de la pinza de freno y el disco trasero, para producir respectivamente ya sea una señal que usa un motor eléctrico para ajustar la posición del pistón de la pinza de freno o también para detectar rápidamente cualquier signo de bloqueo de la rueda durante el frenado.

45

Debe observarse que, de hecho, actualmente se considera extremadamente difícil, si no imposible, tener sensores piezoeléctricos en la cercanía de las pastillas de freno o sobre las propias pastillas de freno, debido a las altas temperaturas y presiones a las que se ven sometidas las pastillas de freno durante el proceso de producción o que se generan durante el frenado, dando como resultado temperaturas y presiones que son incompatibles con la mayoría de los sensores piezoeléctricos conocidos.

50

El documento EP 1431606B1, por lo tanto, describe un método para la medición de las fuerzas aplicadas a una capa de fricción donde una capa funcional, cuya resistencia eléctrica varía como función de las fuerzas aplicadas a la misma, está asociada con dicha capa de fricción, y después se mide la variación de la resistencia eléctrica de la capa funcional, dando así una indicación de la cantidad de fuerza aplicada.

55

El documento EP1923592B1, en cambio, describe un elemento de frenado o fricción que tiene una capa de fricción y una placa de soporte con al menos un sensor capacitivo dispuesto entre la capa de fricción y la placa de soporte, cuya capacidad varía como función de la fuerza aplicada a dicha capa de fricción.

60

Finalmente, el documento US2006/0254868 describe un sistema similar al del documento EP 1431606B1 en el que la variación de la resistencia eléctrica de una capa de fricción del elemento de frenado, tal como de una pastilla de freno, se mide directamente.

65

Estos sistemas, que están basados en la variación en la capacidad o resistencia eléctrica de un sensor, o de toda una capa funcional, sin embargo, son muy difíciles de hacer viables en la práctica, porque por un lado permiten una medición relativamente precisa de las fuerzas aplicadas de manera estática o que actúan de una manera muy lenta, pero son incapaces de detectar cambios rápidos en la fuerza, tales como aquellos que ocurren durante el frenado; y, por otro lado, también necesitan un suministro eléctrico continuo, conduciendo por tanto a un consumo de energía asociado y una construcción considerablemente complicada en la que tiene que suministrarse energía eléctrica a piezas que se mueven relativamente rápido.

El documento DE 102 30 008 A1 divulga un elemento de frenado con sensor integrado.

ESPOSICIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es proporcionar un método de construcción sencillo y económico de pastillas de freno y, más en general, elementos de frenado, y por lo tanto también zapatas de freno, en el que es posible entonces detectar, durante el uso, en tiempo real y de una manera sencilla y precisa durante el frenado, sin necesidad de alimentación externa, la presencia o magnitud de las fuerzas en la interfaz entre el elemento de frenado (pastilla o zapata) y el elemento que se está frenando (freno de disco o de tambor).

Otro objetivo de la invención es el de proporcionar un elemento de frenado, en particular una pastilla de freno sensorizada que, durante el uso, sea capaz de transmitir una señal eléctrica que es proporcional a las fuerzas de frenado aplicadas a dicho elemento de frenado, como resultado de la entrada en contacto con el elemento que se va a frenar, un elemento de frenado que es tanto fácil de construir como fácil de utilizar.

Finalmente, otro objeto de la invención es proporcionar un sistema de frenado de vehículos y un método asociado en el que es posible realizar un control de frenado activo o pasivo en tiempo real con el objetivo de eliminar inconvenientes tales como vibraciones y chirridos indeseados o indicar condiciones de funcionamiento irregular.

Por lo tanto, la invención se refiere a un método para la construcción sencilla y económica de elementos de frenado, en particular pastillas de freno, con sensores, como se define en la reivindicación 1. La invención se refiere además a un elemento de frenado, en particular una pastilla de freno, con sensores, de acuerdo con la reivindicación 6.

La invención se refiere además a un sistema de frenado de vehículos de acuerdo con la reivindicación 8 y a un método de control asociado de acuerdo con la reivindicación 11.

De acuerdo con un aspecto principal de la invención, al menos un sensor piezocerámico capaz de emitir una señal eléctrica cuando se somete a fuerzas mecánicas y elegido para que funcione a temperaturas iguales a o incluso superiores a 200° C (es decir, seleccionado de un grupo que consiste en sensores piezocerámicos con temperaturas operativas máximas iguales o superiores a 200° C), fabricado por tanto de material piezocerámico con una temperatura de Curie superior a 200° C, se hace integral, es decir, se solidariza directamente con/sobre una primera superficie de un elemento metálico de soporte (también denominado disco trasero) del elemento de frenado cuya superficie está concebida, durante el uso, para dirigirse hacia un elemento del vehículo que se va a frenar, tal como un disco o tambor; adicionalmente, antes o inmediatamente después del paso que implica la integración del sensor en el soporte metálico (disco trasero), se implementa un circuito eléctrico sobre la primera superficie para captar y, potencialmente, procesar la señal eléctrica de al menos un sensor y el circuito eléctrico se conecta a un conector o a un cable eléctrico que termina en un conector, que están integrados en el elemento de soporte metálico; posteriormente, se implementa una capa eléctricamente aislante, continua o discontinua, sobre la primera superficie, de manera que envuelve al menos a un sensor piezocerámico, junto con el circuito eléctrico, entre la primera superficie y la capa aislante; al menos un sensor piezocerámico y el circuito eléctrico, en consecuencia, permanecen integrados, sin interposición de ninguna burbuja de aire, dentro de la capa aislante; sobre la capa eléctricamente aislante, se forma después una capa térmicamente aislante y de amortiguación (conocida como subcapa) y, por encima de esta última, finalmente se forma un bloque de material de fricción que se mantiene rígido mediante el soporte metálico; en consecuencia, al menos un sensor junto con su circuito eléctrico correspondiente se integra directamente dentro del bloque de material de fricción del que sin embargo está separado mediante la capa eléctricamente aislante, que está integrada a su vez dentro del bloque de material de fricción; si fuera necesario, después del paso de formar el bloque de material de fricción se aplica una diferencia de potencial predeterminada al menos a un sensor piezocerámico a través del conector y el cable eléctrico posiblemente presente, diferencia de potencial que actúa para polarizar o repolarizar el material piezocerámico del sensor.

El sensor piezocerámico convierte la energía mecánica recibida, en forma por ejemplo de fuerza o presión, en energía eléctrica, y genera, en consecuencia, sin necesidad de una fuente de energía y cuando se ve obligado a variar su espesor en la dirección de aplicación de un estímulo de fuerza, una variación de carga eléctrica que se mide como una diferencia de potencial, es decir, una señal de tensión eléctrica, o como una carga eléctrica, variando ambas de acuerdo con la magnitud de la fuerza aplicada.

Los sensores piezocerámicos usados de acuerdo con la invención difieren de los acelerómetros piezocerámicos conocidos por el hecho de que carecen de una masa sísmica y están formados por el elemento activo únicamente. Además, de acuerdo con la invención, los sensores utilizados tienen que ser capaces de dar una

respuesta de señal en tiempo real. Por tiempo real se entiende una velocidad de transducción (tiempo de respuesta) del sensor menor de 0,16 microsegundos, por lo que se permiten frecuencias de adquisición con un muestreo secuencial típico en el intervalo acústico de 50 kHz.

5 De acuerdo con otros aspectos de la invención, una pluralidad de sensores piezocerámicos se integra sobre la primera superficie, finalmente formándolos *in situ* y usando exclusivamente material piezocerámico, siendo los sensores activables individualmente y estando separados y preferentemente dispuestos de acuerdo con una disposición simétrica. Después, el circuito eléctrico se conecta a una unidad central de procesamiento, cuyo
10 circuito eléctrico comprende opcionalmente medios para procesar las señales de tensión o de carga eléctrica emitidas por los sensores piezocerámicos o bien está adaptado para proporcionar por separado a la unidad central de procesamiento una señal eléctrica emitida desde cada sensor.

Continuando con esto, el desarrollo de algoritmos de procesamiento de señal adecuados permitirá la detección o diagnóstico o corrección de diversos fallos o errores de funcionamiento posibles.

15 Por ejemplo, si el sistema de frenado del vehículo no se ha activado, pero la unidad central de procesamiento no obstante recibe una señal desde uno o más sensores, puede establecerse que el elemento de frenado, por ejemplo una pastilla de freno, está "tocando" el elemento que se va a frenar, por ejemplo un disco de freno instalado en la rueda del vehículo. Sería posible, de acuerdo con la invención, activar un dispositivo de aviso para alertar al usuario de la anomalía, una anomalía que puede eliminarse mediante un simple ajuste mecánico de las pinzas de freno, por ejemplo,
20 o incluso interviniendo automáticamente sobre el mecanismo que actúa sobre el elemento de freno (pistón o pinza), tal como para replegar el elemento de frenado con respecto al elemento que se está frenando. Por tanto, se evita un consumo anómalo de la pastilla de freno y se obtienen ahorros de energía significativos al conducir el vehículo.

25 Otra ventaja consiste en el hecho de que, procesando adecuadamente la señal emitida por una pluralidad de sensores aplicados a un único elemento de frenado de acuerdo con un patrón de disposición, es posible detectar cualquier vibración o distribución anómala de la presión de contacto entre la pastilla de freno y el disco que induzca un desgaste diferencial o ruidos y chirridos. Como estas condiciones normalmente ocurren como resultado de una distribución de presión anómala o de la aplicación de valores discretos de presión de contacto, es por lo tanto posible reequilibrar la
30 distribución de la presión o, en algunos casos detectar la presión que desencadenó el fenómeno y hacer funcionar el sistema de frenado, por ejemplo actuando sobre el mecanismo de actuación del elemento de frenado con el sensor integrado, tal como para evitar de esta manera la aplicación de las presiones que inducen dicho fenómeno, por ejemplo aplicando presiones más altas o más bajas dependiendo de las condiciones de conducción.

35 Elaborando la señal a partir de más sensores piezoeléctricos, es decir, de un conjunto de sensores discretos formados por una pluralidad de sensores piezocerámicos independientes, al menos uno de los cuales está diseñado para reaccionar a las fuerzas que son transversales a la dirección de la presión aplicada por el elemento de frenado, que se ha polarizado en una dirección perpendicular a la dirección de polarización de los otros sensores piezocerámicos, será posible entonces calcular el coeficiente instantáneo de fricción entre la pastilla de
40 freno con el sensor integrado y el disco. Transmitiendo este valor al ordenador de a bordo del vehículo, y combinándolo en tiempo real con las señales de otros sistemas (ABS, ESP, etc.), esto permitirá un mejor control sobre las condiciones de frenado y, en consecuencia, sobre la distancia de frenado del vehículo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45 Otras características y ventajas de la presente invención quedarán claras a partir de la siguiente descripción de una realización como ejemplo no limitativo, dada puramente a modo de ejemplo y con referencia a las figuras de los diagramas adjuntos, en los que:

- 50 - La Figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema de frenado de vehículos de acuerdo con la invención en una vista en alzado y parcialmente recortada, dibujada longitudinalmente respecto al eje de una rueda;
- La Figura 2 ilustra esquemáticamente, con una escala ampliada, una vista en perspectiva despiezada de un elemento de frenado, en este caso una pastilla de freno, construido de acuerdo con la invención; y
- La Figura 3, en la dirección de la flecha, ilustra esquemáticamente, en secuencia, la sucesión de pasos respecto al método para la construcción de la pastilla de freno de la Figura 2.

MEJOR MODO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

Con referencia a las Figuras 1 a 3, se indica como 1 en su conjunto un elemento de frenado de vehículos integrado con sensores, en el ejemplo mostrado una pastilla de freno, que está concebida para equipar un sistema de frenado 2 (Figura 1), equipado con un disco 3 (sistema de frenado de disco); un disco 3 se fija de una manera conocida a cada
60 rueda del vehículo (no mostrada para simplificar) y, por lo tanto, gira alrededor de un eje de rueda A.

Además del disco 3 y para cada disco 3 (por lo tanto para cada rueda del vehículo) el sistema de frenado 2 comprende una pinza de freno 4 equipada con un accionador 5, conocido en el ejemplo ilustrado como de tipo hidráulico de aceite 5, pero que puede ser también de tipo eléctrico, y un par de pastillas de freno 1 instaladas en la pinza de freno 4 junto con el accionador 5, pastillas de freno 1 que pueden presionarse durante el uso contra el disco 3 en una dirección paralela al eje A mediante el accionador 5, para frenar la rotación del disco 3, frenando de esta

manera junto con este la rueda a la que está fijado rígidamente y, en consecuencia, el vehículo equipado con el sistema de frenado 2. El accionador 5 descrito es de tipo hidráulico, equipado con un pistón 6 que se desliza dentro de una cámara 7 llena de aceite, que está presurizada mediante un tubo 8 cuando un usuario del vehículo pisa el pedal de freno y que, más generalmente, está controlado por un ordenador de a bordo 10 del vehículo. Obviamente, el accionador 5 puede ser también de tipo eléctrico, en cuyo caso se controlará directamente por el ordenador de a bordo 10. Queda claro también que lo que se ha descrito anteriormente y se describe posteriormente en el presente documento se aplica también a sistemas hidráulico-eléctricos combinados.

Tanto en este punto como más adelante, se hará referencia específica a un elemento de frenado que consiste en una pastilla de freno 1, pero está claro que será también idénticamente aplicable a la zapata de freno de un freno de tambor, de manera que el sistema de frenado 2 descrito anteriormente puede ser también de un tipo mixto que consiste en dos discos 3 únicamente (por ejemplo, para las ruedas delanteras del vehículo) y dos tambores de freno (conocidos en la técnica y no mostrados para simplificar) para las ruedas traseras, que durante el uso funcionan con elementos de frenado que consisten en zapatas de freno en lugar de pastillas de freno 1.

También con referencia a la Figura 2, una pastilla de freno, tal como la pastilla de freno 1, normalmente consiste en un elemento de soporte metálico 11, por lo demás conocido como "disco trasero" en forma de una placa plana conformada con un contorno, una capa de amortiguación y térmicamente aislante 12C conocida como "subcapa" que está dispuesta sobre una primera superficie 13 del elemento de soporte metálico 11 que durante el uso está concebida para orientarse hacia un elemento que se va a frenar, en el ejemplo mostrado el disco 3 de un vehículo, y un bloque 14 fabricado de material de fricción que se mantiene rígido mediante el elemento 11 de soporte metálico en el lado de la superficie 13 y por encima de la capa de amortiguación/aislamiento o subcapa 12C conocida.

Queda claro que, en el caso de una zapata de freno, podría haber elementos correspondientes a aquellos descritos para la pastilla de freno 1 para los cuales, para un experto en la materia, la siguiente descripción es fácilmente transferible, de manera que puedan construirse también zapatas de freno con sensor integrado.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la pastilla de freno 1 (al menos una pastilla de freno 1 para cada par de pastillas de freno usadas dentro del sistema de frenado 2 de acuerdo con la invención) tiene un sensor integrado que se usa para detectar las fuerzas que se intercambian cuando, durante el uso, se produce contacto entre las pastillas de freno 1 y el disco 3.

La pastilla de freno 1 de acuerdo con la invención, por tanto, incluye también al menos un sensor de presión piezocerámico 15, seleccionado de acuerdo con la invención de manera que preferentemente esté individualmente exento de polímeros o componentes poliméricos que son necesarios para su funcionamiento, tales como películas poliméricas, por ejemplo un sensor fabricado enteramente de un material piezocerámico que tenga una temperatura de Curie superior a 200° C, provisto de electrodos o terminales de conexión eléctrica 16 opuestos. Pueden estar presentes también componentes o películas poliméricos en la medida en que no interfieran/intervengan en el funcionamiento del sensor 15 y sirvan, por ejemplo, únicamente con respecto a su anclaje.

De acuerdo con la invención, al menos un sensor 15 de pastillas de freno 1 se integra directamente con la superficie 13 del elemento de soporte metálico 11, y sobre la misma, antes de construir la pastilla de freno 1 en su totalidad y, por lo tanto, antes de formar, usando técnicas conocidas en la técnica, la capa de aislamiento térmico y de amortiguación 12C y el bloque de material de fricción 14; también en combinación, antes de formar la capa térmicamente aislante/amortiguadora 12C una capa eléctricamente aislante 12B, continua o discontinua, dentro de la cual al menos un sensor 15, que está integrado con la superficie 13, permanece completamente incorporado y esto sin interposición de ninguna burbuja de aire, se integra con la superficie 13 y queda por encima de ella.

Por encima de la capa eléctricamente aislante 12B, de una manera conocida en la técnica, se construyen después la capa 12C, y el bloque de material de fricción 14, de tal manera que cubran completamente el sensor o sensores 15 dispuestos sobre la superficie 13, de manera que el bloque 14 se integra de una pieza con el disco trasero 11, de manera que al menos un sensor 15 permanece integrado dentro de la capa de amortiguación y térmicamente aislante 12C, incorporado directamente dentro del mismo con la única interposición de la capa relativamente eléctricamente aislante 12B. Al menos un sensor 15 puede ocupar solo un punto en la superficie 13 o, como alternativa, puede implementarse en forma de una película cerámica que cubra todo o solo parte de la superficie 13.

En el caso ilustrado en la Figura 2, la pastilla de freno 1 comprende un conjunto discreto de sensores piezocerámicos formados a partir de una pluralidad de sensores 15 que son independientes entre sí y que están integrados directamente con la superficie 13. Los sensores, que pueden activarse individualmente, están separados y preferentemente dispuestos de acuerdo con una disposición simétrica. La pluralidad de sensores piezocerámicos 15 son sensores de presión que están separados, preferentemente de acuerdo con una disposición simétrica, para ocupar toda la superficie 13, pero solo de una manera discreta, es decir, en correspondencia con puntos predeterminados/partes limitadas de la misma.

De acuerdo con un aspecto preferido de la invención, al menos uno de los sensores 15, mostrado en las Figuras 2 y 3 (denominados 15C), que se ha polarizado en una dirección perpendicular a la dirección de polarización de los otros sensores piezocerámicos, se configura por tanto para reaccionar con fuerzas que son transversales a la

dirección de la presión aplicada por el elemento de frenado 1. En el ejemplo no limitativo mostrado, los sensores 15 están polarizados de acuerdo con una dirección perpendicular a la cara 13, mientras que el sensor 15C está polarizado en una dirección paralela a la cara 13 y, en particular, en una dirección tangencial respecto al eje A, es decir, tangencial al disco de freno 3 con respecto a la dirección de rotación del disco de freno 3 alrededor del eje A.

Los sensores 15 pueden seleccionarse a partir de tipos comerciales con tal que se seleccionen a partir de aquellos que son exclusivamente piezocerámicos y, de acuerdo con un aspecto de la invención, deben tener un espesor, medido perpendicularmente respecto a la superficie 13, igual a o menor que la capa de amortiguación o subcapa 12C. Los sensores se fijan a la superficie 13 por pegado, por ejemplo, o además por otras técnicas conocidas en la técnica.

Como alternativa, los sensores 15, 15C pueden formarse directamente *in situ* sobre el elemento de soporte o disco trasero 11, haciéndolos por tanto integrales directamente con la superficie 13 por sinterizado, uniéndolos integralmente en una pieza a la superficie 13. Con respecto al material usado para sinterizar los sensores piezocerámicos 15, puede usarse un compuesto de tipo "blando" o "duro" de PZT (zirconato titanato de plomo), por ejemplo, o además un compuesto de titanato de bismuto sódico o metaniobato de plomo modificado. La lista de posibles materiales proporcionada en el presente documento no es exhaustiva y cualquier material piezocerámico actualmente conocido en la técnica o que pueda estar disponible en el futuro y que satisfaga los requisitos anteriores puede usarse también en la presente invención.

De nuevo de acuerdo con la invención, la pastilla de freno 1 incluye también un circuito eléctrico 18 mostrado en la figura 2 únicamente de una manera esquemática y sin ninguna relación con la realidad; el circuito 18, mediante los electrodos o terminales 16, capta una señal eléctrica que se produce mediante al menos un sensor piezocerámico 15 y que es finalmente capaz de procesar dicha señal como se explicará más adelante. El circuito 18 está dispuesto para estar en contacto con la superficie 13 y con el sensor o sensores 15, por ejemplo está formado directamente por encima de la primera superficie 13 antes de que los sensores se integren con dicha superficie 13 (como se ilustra en la figura 3 mediante una línea discontinua) o también está preimpreso sobre la cara de la capa eléctricamente aislante 12B orientada durante el uso hacia la superficie 13 antes de que la capa 12B se deposite sobre la misma superficie 13, estando la capa 12B construida en forma de una película, por ejemplo mediante técnicas conocidas en la técnica que se usan para circuitos impresos o microcircuitos (microchips); por ejemplo el circuito 18 se imprime serigráficamente sobre la superficie 13 o sobre la cara de la capa 12B orientada, durante el uso, hacia la superficie 13 y dispuesta de manera que está en contacto con la misma, y se conecta con un cable eléctrico 19 que está formado integralmente con el elemento de soporte metálico 11. El cable eléctrico 19 termina (Figura 1) en un conector 20. Como alternativa, el circuito eléctrico 18 puede conectarse integralmente de forma directa al conector 20, que a su vez se construye de forma integral directamente en una pieza con el elemento de soporte metálico 11.

En el ejemplo ilustrado, en el cual la pastilla de freno 1 comprende una pluralidad de sensores 15 y al menos un sensor 15C, todos los cuales están conectados entre sí junto con el cable 19/conector 20 mediante el circuito eléctrico 18; este último está construido de tal manera que incluye potencialmente medios de preprocesamiento 21 (indicados mediante un bloque en la Figura 2) de las señales de tensión o carga eléctrica generadas por la pluralidad de sensores piezocerámicos 15, 15C; es decir, que el circuito 18 está construido de tal manera que es capaz de proporcionar por separado una señal de salida eléctrica desde cada sensor 15 y 15C mediante el cable 19 (en cuyo caso el cable 19, si está presente, posiblemente sea un cable multiseñal plano) o en cualquier caso al conector 20.

En todos los casos al menos un sensor 15 (la pluralidad de sensores 15 y 15C) y el circuito eléctrico 18 están, respecto a la pastilla de freno, intercalados entre la superficie 13 del elemento de soporte metálico 11 y la capa eléctricamente aislante 12B, con la capa de amortiguación 12C dispuesta por encima, dentro de la cual el sensor o sensores 15, 15C está/están encajados directamente con la interposición de la capa eléctricamente aislante 12B, y sobre el cual se superpone el bloque de material de fricción 14 y que se hace integral y se hace rígido mediante el elemento de soporte metálico 11 con la interposición de la capa térmicamente aislante/de amortiguación 12C.

Además, de acuerdo con un aspecto esencial de la invención, el cable 19, si está presente, el conector 20 y el circuito eléctrico 18 se construyen de manera que sean capaces no solo de captar y transmitir la señal eléctrica generada y emitida, durante el uso, por el sensor o sensores 15 sino, por encima de todo, son capaces de conectarse, como podrá verse, al medio de generación de tensión 25 (Figura 3) para polarizar o repolarizar el sensor o sensores 15, que de lo contrario podrían permanecer inertes o no funcionar perfectamente.

De hecho, el sensor o sensores piezocerámicos 15 (15C) seleccionados de acuerdo con la invención para su uso en pastillas de freno (elementos de frenado) 1 no están fabricados de materiales que exhiban de forma natural propiedades piezoeléctricas sino más bien solo con materiales que, gracias a la estructura cristalina, adquieren propiedades piezoeléctricas, pero solo después de una polarización adecuada.

El sistema de frenado 2 de acuerdo con la invención, además de comprender los elementos ya indicados, que incluyen al menos una (dos en el ejemplo ilustrado) pastilla de freno 1 que está/están dispuesta/s para interactuar con el disco 3, pueden comprender también una unidad central de procesamiento 22 que está conectada de manera separable al circuito eléctrico 18 y al menos a un sensor piezocerámico 15 (con la pluralidad de sensores 15 y 15C dispuestos en un patrón en serie) mediante el conector 20 y el cable eléctrico eventualmente presente 19 de cada pastilla de freno 1.

La unidad central de procesamiento 22 puede fijarse directamente a la pinza de freno 4 por ejemplo o bien puede formar parte de un ordenador a bordo del vehículo o de un grupo de unidades centrales de procesamiento dentro del vehículo equipado con el sistema de frenado 2. En todos los casos, la unidad central de procesamiento 22 está conectada al ordenador de a bordo 10 (o forma parte integral del mismo) que controla los accionadores 5 que, durante el uso, empujan el bloque de material de fricción 14 dispuesto para orientarse hacia el elemento que se va a frenar de cada elemento de frenado constituido por una pastilla de freno 1 (o por una zapata en el caso de frenos de tambor) contra el elemento que se va a frenar que está definido por el disco 3 (o por el tambor de freno en el caso de frenos de tambor).

Con referencia a la Figura 3, queda claro a partir de lo que se ha descrito que la pastilla de freno 1 (o cualquier elemento de frenado 1 similar, tal como una zapata de freno) de acuerdo con la invención, está construida mediante un proceso o método posterior que se ilustra esquemáticamente en la figura 3. Este método o proceso comprende los siguientes pasos:

a) integrar directamente con y sobre la superficie 13 de un elemento de soporte metálico o disco trasero 11 del elemento de frenado 1 que está destinado durante el uso a estar orientado hacia el elemento 3 que se va a frenar, al menos un sensor piezocerámico 15 que cuando se polariza apropiadamente es capaz de generar y producir una señal eléctrica cuando se somete a una fuerza mecánica, eligiéndose un sensor 15 preferentemente que esté libre de componentes poliméricos necesarios para su funcionamiento y totalmente operativo incluso a temperaturas iguales a o superiores a 200° C; este paso puede completarse simplemente pegando o fijando de otra manera sensores 15B de tipo comercial sobre la superficie 13 (como se ilustra en este caso no limitativo en la Figura 2 el sensor 15B está en forma de un anillo pero los sensores piezocerámicos que se van a usar de acuerdo con la invención pueden ser de diversas formas, generalmente cilíndricas para los sensores 15 y rectangulares para el sensor tangencialmente polarizado 15C, donde los electrodos 16 están constituidos por las caras opuestas de la base del sensor 15/15C) o también, como se muestra en la figura 3, el sensor o sensores 15/(15C) pueden prepararse in situ, formándolos (por sinterización), a partir de un polvo, por ejemplo mediante rayos láser 30 de acuerdo con una técnica de construcción conocida en la técnica. En este caso, el sensor o sensores 15/15C presentes sobre la superficie 13 e integralmente incorporados al soporte 11 es/son inactivos mientras aún están libres de propiedades piezoeléctricas;

b) construir un circuito 18 de manera que esté en contacto con la superficie 13, por ejemplo directamente sobre dicha superficie antes de integrar sobre este los sensores 15 (el circuito se muestra como líneas discontinuas en la Figura 3), capaz durante el uso de captar la señal eléctrica de los sensores 15 y opcionalmente procesarla; el circuito 18 también está conectado a un cable eléctrico 19 que es integral con el disco trasero 11 y termina en un conector 20 o, de acuerdo con una realización preferida que no se ilustra para simplificar, el circuito 18 está conectado directamente a un conector 20 que se hace directamente integral con el disco trasero 11;

c) formar una capa eléctricamente aislante 12B sobre la superficie 13 (o parte de esta) que encierra los sensores 15 y el circuito 18, que puede llevarse preimpreso mediante la capa 12B, para intercalar entre la superficie 13 y la capa aislante 12B tanto el sensor o sensores piezocerámicos 15 como el circuito eléctrico 18;

c') formar una capa de amortiguación y térmicamente aislante o "subcapa" 12C sobre la superficie 13 y directamente por encima de la capa 12B que permanecerá integrada/incorporada dentro de la capa 12C;

d) formar sobre la capa aislante 12C un bloque de material de fricción 14 que se mantiene rígido mediante el elemento de soporte metálico 11; y

e) aplicar, si fuera necesario, al menos a un sensor piezocerámico 15, o a la pluralidad de sensores 15/15C distribuidos punto por punto sobre la superficie 13, mediante el conector 20 y el cable eléctrico eventualmente presente 19, una diferencia de potencial predeterminada capaz de polarizar inicialmente o repolarizar el material piezocerámico del que están fabricados los sensores, pero única y exclusivamente al completarse el paso de construcción del bloque de material de fricción 14.

Esta fase final e) se lleva a cabo en la práctica sobre la pastilla de freno 1 acabada, en la cual el bloque de material de fricción 14 se ha formado ya, polimerizado y tratado térmicamente, conectando el conector 20 al medio de generación de tensión 25 que está controlado por una unidad central de procesamiento 26.

Cuando el sensor o sensores 15 están formados in situ directamente sobre la superficie 13, están compuestos exclusivamente de un material piezocerámico que tiene una temperatura de Curie superior a 200° C y no se ha polarizado aún. El paso e) como se ha descrito anteriormente es, por lo tanto, obligatorio.

La fase de polarización/repolarización de al menos un sensor piezoeléctrico 15, que es el paso final del método de acuerdo con la invención, se realiza aplicando durante una fracción de tiempo predeterminada, por ejemplo entre 5 y 10 segundos y mediante el cable 19, a los electrodos 16 opuestos del sensor (cada sensor) 15, una diferencia de potencial que puede variar de 0,1 a 5 kV por mm de espesor del material piezocerámico del cual está compuesto el sensor 15. El espesor se mide en la dirección de la polarización del sensor. El espesor preferido para los sensores 15 es de aproximadamente 1 mm, con lo que durante la fase de polarización se aplicará, por ejemplo, una tensión de 2.500 V al conector 20. La tensión de polarización/repolarización para el sensor 15C tangencialmente polarizado, no obstante, aumentará a 12.500 V, suponiendo esto que tiene una

forma prismática con una base cuadrada de 5 mm por lado. Por lo tanto, el circuito 18 y el conector 20, junto con el cable eventualmente presente 19, deben construirse para soportar esta tensión aplicable máxima.

5 Esto da como resultado una pastilla de freno acabada 1 completa con un sensor integrado y sin el proceso de formación de pastillas normal que interfiera con la presencia de los sensores 15, que también están situados óptimamente para detectar las presiones a las cuales se somete el bloque de material de fricción 14 durante el uso y sin interferir con la rigidez del disco trasero 11 y, por lo tanto, con el rendimiento esperado de la pastilla de freno 1.

10 Con referencia una vez más a la Figura 2, en el sistema de frenado de acuerdo con la invención, las pastillas 1 preferentemente siempre están provistas de una pluralidad de sensores 15 dispuestos en una serie y el circuito eléctrico 18 comprende un medio 21 adecuado para procesar las señales de tensión o de carga eléctrica generadas y transmitidas por los sensores piezocerámicos 15 y después enviar una señal a lo largo del cable 19 que informa a la unidad central de procesamiento 22 (o cualquier otro circuito adecuadamente conectado y programado) de la configuración de la presión de contacto (medida en paralelo al eje A para los sensores 15 y en un plano perpendicular al eje A para las fuerzas de cizalla que actúan sobre el sensor 15C) que actúa sobre el bloque 14 o también se configura de manera que transmite por separado e individualmente mediante el cable 19/al conector 20 las señales emitidas por todos los sensores 15/15C presentes, procesándose dichas señales directamente por la unidad central de procesamiento 22.

20 En todos los casos, el sistema de frenado 2 comprende un medio 28 para controlar el medio de accionamiento 5 en respuesta a una señal eléctrica enviada a la unidad central de procesamiento 22 desde el circuito eléctrico 18, a su vez en respuesta a la activación de uno o más sensores 15 dentro de la serie de sensores piezocerámicos activos localizados en la superficie 13. Dicho medio 28 está definido por la propia unidad central de procesamiento 22 y por una conexión de dos vías entre la unidad central de procesamiento 22 y el ordenador de a bordo 10. Obviamente, el ordenador de a bordo 10, la unidad central de procesamiento 22 y el medio 28 simplemente pueden realizarse a través de un software, mediante una programación adecuada de una unidad central de procesamiento ya incorporada en el vehículo.

25 Además de lo anterior o como alternativa, el sistema de frenado 2 puede comprender un medio de señalización 29 que puede activarse mediante la unidad central de procesamiento 22 en respuesta a una señal eléctrica emitida por al menos un sensor piezocerámico activo 15 localizado en la superficie 13, sin la activación del medio de accionamiento 5, una condición que la unidad central de procesamiento 22 puede verificar mediante la conexión/interfaz con el ordenador de a bordo 10.

30 Finalmente, el sistema de frenado 2 puede incluir también medios capacitivos 40 asociados con la unidad central de procesamiento 22 que, al menos con un vehículo en movimiento, se mantienen en un estado eléctricamente cargado mediante la unidad central de procesamiento 22, por ejemplo mediante la batería del vehículo 41 y que son capaces, bajo el control de la unidad central de procesamiento 22, de repolarizar el sensor piezocerámico individual 15/la pluralidad de sensores piezocerámicos 15 localizados en la superficie 13, mediante el cable 19 y el conector 20, en el caso de que la unidad central de procesamiento 22 detecte un fallo o la ausencia de señal transmitida por el circuito eléctrico 18 a la unidad central de procesamiento 22 cuando los medios accionadores 5 están activos. Esto podría suceder en el caso de que un uso intensivo de los frenos (por ejemplo, en un descenso) provoque el sobrecalentamiento de la pastilla de freno 1, que puede despolarizar entonces todo o parte del sensor o sensores activos 15, 15C integrados dentro de las pastillas de freno 1.

35 A partir de la descripción anterior queda claro que la invención se refiere también a un método de control del sistema frenado de vehículos que comprende los siguientes pasos:

- 40 i) proporcionar al menos un elemento de frenado con sensor integrado, tal como la pastilla de freno 1, que comprende una pluralidad de sensores piezocerámicos 15 espaciados entre sí, preferentemente dispuestos de acuerdo con una serie simétrica, que pueden activarse individualmente, y un circuito eléctrico 18 que mediante el cable eléctrico 19 y el conector 20 conectan los sensores piezocerámicos 15 a la unidad central de procesamiento 22 o a cualquier otra unidad central de procesamiento equivalente, por ejemplo una que ya esté construida en el vehículo;
- 45 ii) procesar una señal eléctrica suministrada por el circuito eléctrico 18 o por cada sensor 15 en respuesta a la activación en tiempo real de uno o más sensores piezocerámicos 15;
- 50 iii) detectar si el sistema de frenado se ha activado o no, por ejemplo interrogando al ordenador de a bordo 10;
- 55 iv) en caso negativo, activar el medio de señalización 28, si está presente, o el medio de accionamiento 5 del elemento de frenado con el sensor 1 integrado, para alejar el elemento de frenado 1 del elemento que se va a frenar, del disco de freno 3 en el ejemplo mostrado. Con respecto al primer escenario, sin afectar al medio de accionamiento 5, se puede alertar al usuario del hecho de que la pinza de freno 4 no está ajustada correctamente y que es necesario realizar un ajuste que evitará un desgaste prematuro y un consumo excesivo de combustible. Dentro del contexto de este alcance limitado, la pastilla de freno 1 puede contener solo un sensor 15. Con respecto al segundo escenario, que es el preferido, el problema se resolverá directamente de una manera completamente automática;
- 60 v) en el caso positivo, donde se ha detectado la activación del sistema de frenado, determinar si el vehículo está frenando de una manera anómala mediante un procesamiento adecuado de la señal eléctrica emitida en tiempo

5 real por una pluralidad de sensores 15 integrados dentro de un único elemento de frenado 1 (por ejemplo, la
detección de cualquier vibración anómala), midiendo la presión con la que está empujando el medio de
accionamiento 5, incluso localmente, al elemento de frenado con el sensor 1 integrado contra el elemento que se va
a frenar 3 en una dirección paralela al eje A, y que actúa sobre el medio de accionamiento 5 individual de manera
que no siga aplicando la presión mencionada anteriormente (la presión que desencadenó el fenómeno anómalo)
aplicando en lugar de ella otra presión, mayor o menor, dependiendo de las condiciones de conducción del
vehículo, permitiendo así la aplicación de una distribución de presión óptima. Si el vehículo no está frenando de
10 forma anómala, el procesamiento adecuado de las señales eléctricas emitidas en tiempo real por una pluralidad de
sensores 15 dispuestos en el elemento de frenado 1 aún proporcionará información útil, tal como al ordenador de a
bordo por ejemplo, para gestionar mejor el frenado de emergencia.

Más generalmente, mediante la invención, además de remediar automáticamente un mal ajuste de la pinza será posible
compensar un desgaste no uniforme del material de fricción de la pastilla de freno y, por encima de todo, evitar la
15 generación de ruidos/chirridos/vibraciones durante el frenado que de lo contrario serían perceptibles para el usuario.

Los fines de la invención, por lo tanto, se consiguen completamente.

Además, gracias a la presencia del circuito eléctrico 18 y la capa eléctricamente aislante 12B, un sensor de
desgaste o un sensor de temperatura conocidos en la técnica y no ilustrados para simplificar, pueden montarse
20 antes de construir el bloque 14 directamente sobre el disco trasero 11, con un ahorro de costes significativo
consecuente y la simplificación de las operaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar elementos de freno sensorizados (1) para vehículos, en particular pastillas de freno, que comprende los pasos de:

- 5
- a) integrar directamente con una primera superficie (13), y sobre ella, de un elemento de soporte metálico (11) del elemento de frenado que está concebido, durante el uso, para dirigirse hacia un elemento del vehículo que se va a frenar (3), tal como un disco o un tambor, al menos un sensor piezocerámico (15, 15C) capaz de convertir la energía mecánica recibida en su dirección de polarización, cuando se somete a una fuerza mecánica, en energía eléctrica para emitir una señal eléctrica, seleccionándose el sensor de un grupo de sensores piezocerámicos operativos a temperaturas de trabajo iguales a o superiores a 200° C, y preferentemente libres de componentes poliméricos activos;
- 10
- b) realizar un circuito eléctrico (18) que está en contacto con dicha primera superficie (13), para captar dicha señal eléctrica y posiblemente procesarla y conectar dicho circuito eléctrico (18) con un conector (20) integrado con dicho elemento de soporte metálico, opcionalmente mediante un cable eléctrico (19) terminado mediante dicho conector (20);
- 15
- c) realizar una capa eléctricamente aislante (12B), continua o discontinua, sobre la primera superficie (13) para intercalar al menos dicho sensor piezocerámico (15) y dicho circuito eléctrico (18) entre la primera superficie y la capa eléctricamente aislante (12B), para integrarlos dentro de dicha capa eléctricamente aislante (12B);
- 20
- c') realizar una capa de amortiguación y térmicamente aislante (12C) directamente sobre dicha capa eléctricamente aislante (12B) y sobre la primera superficie (13), de manera que al menos un sensor (15, 15C) esté directa y completamente integrado dentro de la capa de amortiguación y térmicamente aislante (12C) con la interposición de la capa eléctricamente aislante (12B);
- 25
- d) formar un bloque de material de fricción (14) sobre la capa de amortiguación y térmicamente aislante (12C), bloque que se mantiene rígido mediante el elemento de soporte metálico (11); y
- 30
- e) aplicar, si fuera necesario, una diferencia de potencial predeterminada al menos a dicho sensor piezocerámico (15) después del paso de formar el bloque (14) de material de fricción y mediante dicho conector (20) y cable eléctrico (19), para polarizar o repolarizar el material piezocerámico de dicho sensor piezocerámico (15; 15C).
- 35

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho sensor piezocerámico (15) se selecciona para que tenga un espesor igual o menor que el de la capa de amortiguación y térmicamente aislante (12C), cuando se mide en perpendicular respecto a dicha primera superficie (13).

40

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** al menos dicho sensor piezocerámico (15) se forma in situ directamente sobre dicha primera superficie (13) y está fabricado exclusivamente de un material piezocerámico que tiene una temperatura de Curie superior a 200° C.

45

4. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una pluralidad de sensores de presión piezocerámicos (15) se integran con dicha primera superficie (13) y se disponen por separado, preferentemente de acuerdo con una disposición simétrica, para ocupar discretamente la totalidad de la primera superficie (13), al menos uno de los cuales (15C) se realiza preferentemente de tal manera que responde a las fuerzas que son transversales a una dirección de aplicación en uso de la presión sobre el elemento de frenado (1); dicha pluralidad de sensores (15, 15C) están conectados entre sí y a dicho conector (20) o cable (19) mediante dicho circuito eléctrico (18), que se obtiene directamente sobre la primera superficie antes de integrar en su interior dicha pluralidad de sensores y que, opcionalmente, comprende medios (21) para procesar las señales de tensión o de carga eléctrica producidas por dicha pluralidad de sensores piezocerámicos (15).

50

55

5. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicho paso de polarización/repolarización de al menos un sensor piezocerámico (15) se lleva a cabo aplicando, durante un periodo de tiempo predeterminado entre 5 y 10 segundos, y mediante dicho conector (20) o cable (19), una diferencia de potencial entre 0,1 y 5 kV a los polos del electrodo del sensor opuesto (16) por cada milímetro de espesor de material piezocerámico del que está hecho el sensor (15), medido en la dirección de polarización del propio sensor (15; 15C).

60

6. Un elemento de frenado (1), en particular una pastilla de freno, con sensor integrado, que comprende un elemento de soporte metálico (11), una capa de amortiguación y térmicamente aislante (12C) dispuesta sobre el elemento de soporte metálico (11) en un lado de una primera superficie (13) del elemento de soporte metálico (11) destinado durante su uso a orientarse hacia un elemento que se va a frenar (3), por ejemplo el disco o tambor de un vehículo, y un bloque de material de fricción (14) mantenido rígido por el elemento de soporte metálico (11) en un lado de dicha

65

primera superficie (13) y por encima de dicha capa de amortiguación y térmicamente aislante (12C); **caracterizado porque** comprende además: al menos un sensor de presión piezocerámico (15; 15C) fabricado de un material piezocerámico que tiene una temperatura de Curie superior a 200° C, que se ha hecho directamente integral con la primera superficie (13), y sobre ella, del elemento de soporte metálico (11); un circuito eléctrico (18) para captar la señal eléctrica emitida por al menos un sensor piezocerámico (15; 15C) y, opcionalmente, procesarla, dispuesto para que esté en contacto con dicha primera superficie (13), preferentemente dispuesto directamente sobre ella, y conectado a un conector (20) o a un cable eléctrico (19) terminado por dicho conector (20) que se hacen integrales con dicho elemento de soporte metálico; y una capa eléctricamente aislante (12B), continua o discontinua, dispuesta directamente sobre dicha primera superficie (13) y directamente por debajo de dicha capa de amortiguación y térmicamente aislante (12C), estando intercalados al menos dicho sensor (15; 15C) y dicho circuito eléctrico (18) entre la primera superficie (13) del elemento de soporte metálico (11) y la capa eléctricamente aislante (12B), con dicho bloque de material de fricción (14) y la capa de amortiguación y térmicamente aislante (12C) subyacente dispuesta sobre el mismo, de tal manera que al menos un sensor está directa y completamente integrado dentro de la capa de amortiguación y aislante (12C) con la interposición de la capa eléctricamente aislante (12B); y dicho cable (19) y conector (20) y circuito eléctrico (18) están adaptados para conectarlos a un medio de generación de tensión (25; 40) para polarizar al menos dicho sensor (15).

7. Un elemento de fricción con sensor integrado (1) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** se ha obtenido con el método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.

8. Un sistema de frenado de vehículos (2) que comprende al menos un elemento de frenado con sensor integrado (1) de acuerdo con la reivindicación 6, una unidad central de procesamiento (22) conectada de forma removible a dicho circuito eléctrico (18) y al menos a un sensor piezocerámico (15; 15C) mediante dicho conector (20) y dicho cable eléctrico (19); un elemento que se va a frenar (3), tal como un freno de disco o un freno de tambor, dispuesto de manera que está orientado al menos hacia dicho elemento de frenado (1), un medio de accionamiento (5) del elemento de frenado tal que presiona dicho bloque de material de fricción (14) del elemento de frenado contra el elemento que se va a frenar y un medio de soporte (4) para al menos uno de dichos elementos de frenado (1) y para dicho medio de accionamiento (5); **caracterizado porque** al menos dicho elemento de frenado (1) comprende una pluralidad de sensores piezocerámicos (15; 15C) separados, preferentemente dispuestos de acuerdo con una disposición simétrica, activables individualmente; dicho circuito eléctrico (18) de al menos un elemento de frenado comprende opcionalmente medios (21) para procesar las señales de tensión o carga eléctrica generadas y emitidas por dichos sensores piezocerámicos (15); y dicho sistema de frenado (2) comprende además medios (28) para controlar el medio de accionamiento (5) como respuesta a una señal eléctrica emitida en respuesta a la activación de uno o más de dicha pluralidad de sensores piezocerámicos (15; 15C).

9. Un sistema de frenado de vehículos (2) que comprende al menos un elemento de frenado con sensor integrado (1) de acuerdo con la reivindicación 6, una unidad central de procesamiento (22) conectada de forma removible a dicho circuito eléctrico (18) y al menos a un sensor piezocerámico (15, 15C) mediante dicho conector (20) y dicho cable eléctrico (19); un elemento que se va a frenar (3), tal como un disco o tambor de freno, dispuesto de manera que está orientado al menos hacia dicho elemento de frenado, un medio de accionamiento (5) del elemento de frenado tal que presiona dicho bloque de material de fricción (14) del elemento de frenado contra el elemento que se va a frenar y un medio de soporte (4) para al menos dicho elemento de frenado y para dicho medio de accionamiento; **caracterizado porque** comprende además medios de señalización (29) que pueden activarse como respuesta a una señal eléctrica emitida por al menos dicho sensor piezocerámico (15) en ausencia de la activación del medio de accionamiento (5).

10. Un sistema de frenado (2) de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, **caracterizado porque** comprende medios condensadores (40) asociados con dicha unidad central de procesamiento (22) que, al menos con el vehículo en movimiento, se mantienen en un estado eléctricamente cargado por la unidad central de procesamiento mediante una batería (41) del vehículo, y que es capaz, bajo el control de la unidad central de procesamiento (22), de repolarizar al menos dicho sensor piezocerámico (15; 15C) o dicha pluralidad de sensores piezocerámicos (15) en el caso de que la unidad central de procesamiento detecte un fallo o la ausencia de una señal emitida por dicho circuito eléctrico (18) que llegaría a la unidad central de procesamiento cuando el medio de accionamiento (5) está activo.

11. Un sistema de frenado de vehículos (2) que comprende los pasos de:

i) proporcionar al menos un elemento de frenado con sensor integrado (1) de acuerdo con la reivindicación 6 y que comprende una pluralidad de sensores piezocerámicos (15; 15C) que pueden activarse individualmente y que están separados, preferentemente dispuestos de forma simétrica, y un circuito eléctrico (18) que conecta dichos sensores piezocerámicos (15; 15C) entre sí y mediante dicho cable eléctrico (19) y conector (20) a una unidad central de procesamiento (22), comprendiendo dicho circuito eléctrico medios (21) para procesar cualquier señal de tensión o carga eléctrica emitida por dichos sensores piezocerámicos (15) o que está configurado para suministrar por separado la señal eléctrica emitida por cada sensor (15);

ii) procesar la señal eléctrica suministrada por dicho circuito eléctrico (18) o por cada uno de dichos sensores (15) como respuesta a la activación de dichos uno o más sensores piezocerámicos (15);

iii) detectar si el sistema de frenado (2) se ha activado o no;

5 iv) en caso negativo, activar bien un medio de señalización (28) o bien el medio de accionamiento (5) de al menos un elemento de frenado con sensor integrado (1) para alejarlo del elemento que se va a frenar (3), por ejemplo un disco o tambor de freno;

10 v) en caso positivo, procesar adicionalmente dicha señal eléctrica para determinar si el vehículo está frenando de forma anómala, cuando el frenado es anómalo, o detectar la presión a la cual el medio de accionamiento (5) está empujando al menos dicho elemento de frenado con sensor integrado (1) contra el elemento que se va a frenar, y realizar una intervención sobre el medio de accionamiento (5) para cambiar tal presión y, cuando el frenado no es anómalo, usar opcionalmente tal señal procesada con el objetivo de optimizar la acción de frenado global.

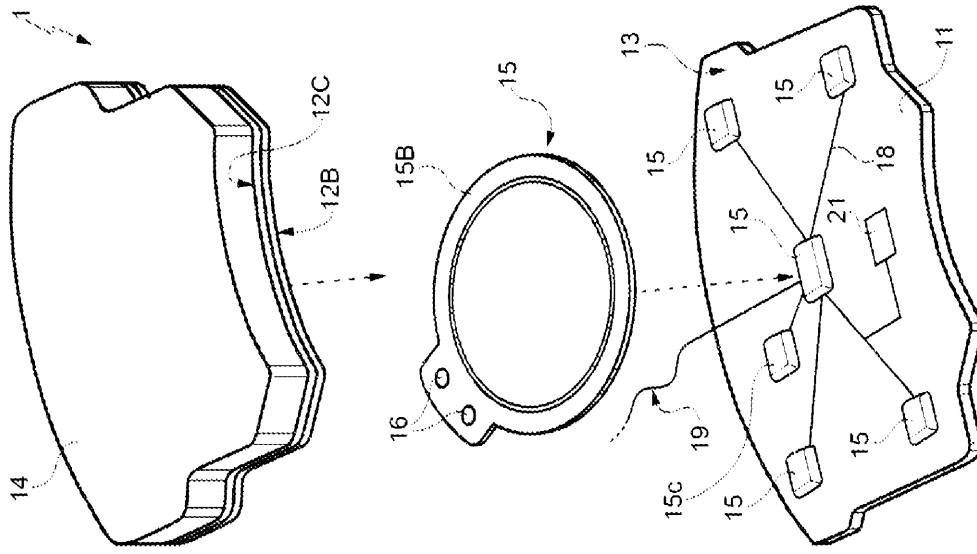


FIG. 2

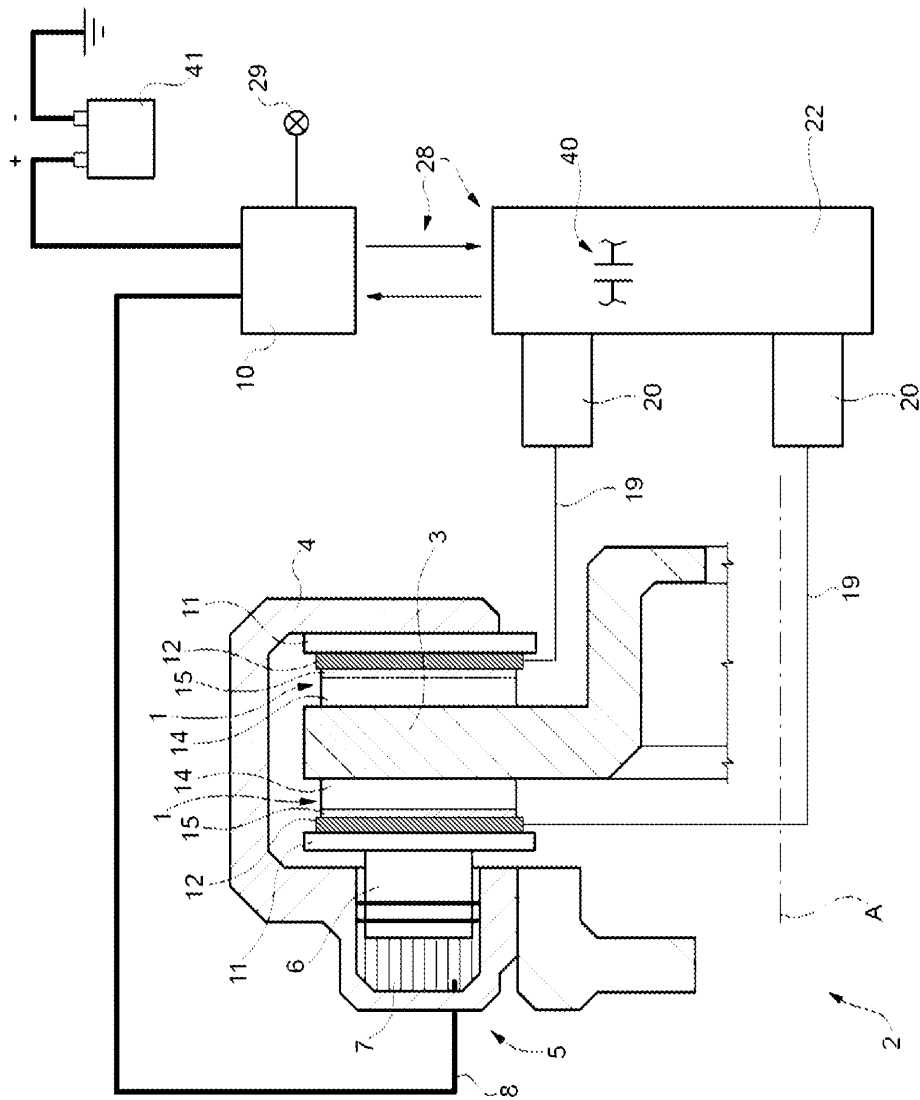


FIG. 1

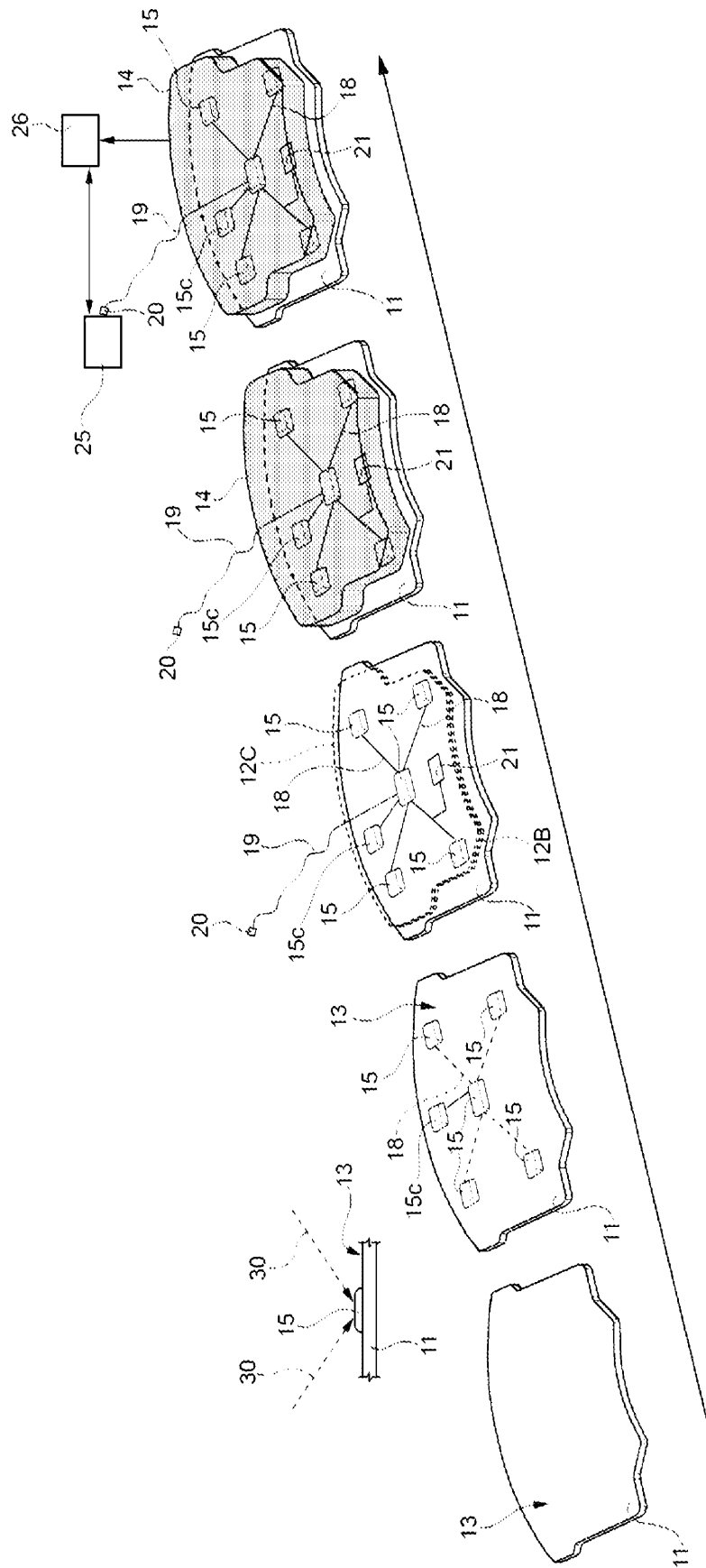


FIG. 3