



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 317 001**

51 Int. Cl.:
F16D 69/02 (2006.01)
C04B 35/83 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04743283 .6**
96 Fecha de presentación : **08.07.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1646802**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.04.2006**

54 Título: **Artículo compuesto.**

30 Prioridad: **15.07.2003 GB 0316530**
25.09.2003 US 671358

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

73 Titular/es: **Meggitt Aerospace Limited**
Holbrook Lane
Coventry CV6 4AA, GB

72 Inventor/es: **Johnson, David, Callum**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 317 001 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

Artículo compuesto.

5 La presente invención se refiere a un artículo compuesto que presenta un desgaste bajo y que presenta una capacidad calorífica elevada. Particularmente, pero no exclusivamente, la invención se refiere a un disco de fricción de carbono para su utilización en, por ejemplo, un freno de una aeronave.

10 Por razones de conveniencia económica, los programas actuales de las aeronaves están dirigidos de forma creciente por la necesidad de reducir el peso. Tales reducciones en el peso permiten por ejemplo un incremento de la carga útil que se puede transportar o una reducción en el combustible requerido para que vuele la aeronave, ambas consideraciones importantes en momentos de márgenes de beneficios reducidos o recortados y de una mayor preocupación por el medio ambiente.

15 Los discos de frenos de compuestos de carbono-carbono (C-C) se han establecido como el material de elección para los sistemas de frenos de múltiples discos de las aeronaves en los que su coste relativamente alto se justifica por su peso relativamente inferior comparado con la alternativa metálica. El alto calor específico del carbono permite que grandes cantidades de energía sean absorbidas por una masa baja del paquete térmico del freno durante el frenado.

20 Los recientes desarrollos en los discos de frenos de C-C han detectado que algunos materiales con bajas propiedades al desgaste carecen de la resistencia estructural necesaria para la transferencia del momento de torsión en el freno. Una solución a este problema se propone en las patentes US nº 3.712.427 y US nº 3.956.548 en las que se fijaron caras de desgaste a partir de carbono de bajo desgaste por medios mecánicos o se pegaron a un material del núcleo a partir de carbono.

25 El elevado coste del C-C que sigue a su introducción como un material de fricción para los frenos de aeronaves produjo la necesidad de discos que sean adecuados para el acondicionamiento y la reutilización sin la necesidad de una sustitución completa. Las patentes US nº 3.800.392 y US nº 5.558.186 proponen sistemas en los que caras de desgaste puede ser extraídas de un disco transportador al final de sus vidas de servicio activo y ser sustituidas por material virgen. La patente US nº 4.982.818 expone un sistema en el que el núcleo de un disco desgastado es dividido en dos y cada mitad se adhieren a un núcleo virgen para proporcionar un nuevo disco de fricción.

30 La masa mínima del paquete térmico del freno, esto es la masa de rechazo a la cual el paquete térmico del freno se debe extraer (masa de rechazo del freno) está frecuentemente determinada por la energía que se va a absorber durante el caso de frenado de mayor demanda, el rechazo de retiro (RTO). La masa requerida de un nuevo paquete térmico se determina calculando la masa de rechazo requerida más una tolerancia para el material que se puede desgastar que es una función de la velocidad de desgaste por parada y por número de paradas que se requiere que el freno lleve a cabo durante su vida de servicio activo.

35 Aunque un paquete térmico de frenos de C-C ofrece una reducción significativa en el peso comparada con la alternativa metálica, la relativamente baja densidad del C-C (típicamente en el intervalo de 1,6-1,83 gcm⁻³) significa que el paquete térmico del freno de C-C ocupa un gran volumen que debe estar sostenido y alojado en el chasis del freno y las estructuras de la rueda que los rodean.

40 En el pasado, los discos de freno de C-C han estado infiltrados con silicio fundido y tratados térmicamente para reaccionar por lo menos parte del silicio con el carbono de la matriz para formar carburo de silicio el cual mejora las propiedades de fricción del disco formado de ese modo. Tales materiales es conocido que presentan una densidad más elevada que el C-C del disco "base", la densidad del material al que se le ha añadido el silicio estando típicamente en el intervalo de 1,9-2,2 gcm⁻³. Sin embargo, la velocidad del desgaste de los discos de freno con silicio añadido de este tipo típicamente es significativamente más elevada que la de los discos correspondientes de C-C, requiriendo por lo tanto un paquete térmico más largo de densidad más elevada y por lo tanto incrementando el peso global de la rueda y del freno.

45 La patente US nº 6.042.935 expone un elemento de fricción formado a partir de un cuerpo del núcleo y un cuerpo de fricción (cara de desgaste) unido al mismo. El cuerpo de fricción está constituido por carbono poroso reforzado con fibra de carbono, los poros del cual están rellenos por lo menos parcialmente con el carburo de silicio o el silicio. El cuerpo del núcleo de forma similar puede estar impregnado con silicio, el cuerpo de fricción por lo tanto estando provisto de una densidad la cual es mayor o igual que aquella del cuerpo del núcleo. Una capa de unión que contiene carburo de silicio puede ser utilizada para unir los dos juntos.

50 El documento US 2003/0057040 A1 de forma similar expone un elemento en el cual una capa de fricción está unida a un soporte, la pieza en bruto así formada siendo carbonizada y pirolizada y después infiltrada con silicio para proporcionar una capa de fricción con un exceso del 65% de carburo de silicio, estando la capa de fricción provista así de una densidad más elevada que la capa de núcleo o soporte.

55 La patente US nº 6.221.475 expone un elemento de fricción provisto de una cara de fricción. El elemento tiene, por lo menos en la zona de la cara de fricción, una primera fase que comprende carbono pirolítico, una segunda fase

ES 2 317 001 T3

refractoria y una fase de carburo de silicio, para proporcionar una cara de fricción provista de una densidad más elevada que la del núcleo.

5 Un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un artículo compuesto que presente una capacidad mejorada para la absorción de energía o una velocidad de desgaste inferior en utilización cuando está en acoplamiento por fricción con otro artículo compuesto de la invención o bien otro artículo.

10 Un objetivo particular pero no limitativo de la invención consiste en proporcionar un artículo compuesto que sea adecuado para utilizarlo como disco de fricción en un freno de aeronave, estando el disco provisto de una o más de una capacidad mejorada para la absorción de energía y una velocidad de desgaste baja para hacer mínimo el peso de un paquete térmico o reducir la longitud de un paquete térmico formado de ese modo. Se postula que reduciendo la longitud del paquete térmico se reducirá la longitud del chasis del freno o de otros componentes de la rueda que los rodean, reduciendo de forma concomitante el peso de la aeronave.

15 En un primer aspecto la invención proporciona un artículo compuesto, por ejemplo un disco de frenos para un paquete térmico de frenos de aeronaves comprendiendo el disco una capa de núcleo provista de una parte de cara y una capa de desgaste fijada a la parte de cara, en el que la capa de desgaste tiene una densidad inferior a la de la capa de núcleo.

20 Un segundo aspecto de la invención proporciona un artículo compuesto, por ejemplo un disco de freno para un paquete térmico de frenos de aeronaves, comprendiendo el artículo compuesto una capa de núcleo formada a partir de un compuesto de C-C impregnado con un carburo refractario, la capa de núcleo estando provista de una parte de cara a la cual se fija una capa de desgaste de C-C.

25 Adicionalmente se proporciona un procedimiento para la formación de un artículo compuesto, por ejemplo un disco de frenos para un paquete térmico de frenos de aeronaves, comprendiendo el procedimiento la formación de una capa de núcleo a partir de un material de una densidad relativamente más elevada, la capa de núcleo estando provista de una parte de cara y la formación de una capa de desgaste a partir de un material de una densidad relativamente más baja y fijando la capa de desgaste a la parte de cara de la capa de núcleo.

30 Un cuarto aspecto de la invención proporciona un procedimiento para la formación de un artículo compuesto, por ejemplo un disco de frenos para un paquete térmico de frenos de aeronaves, comprendiendo el procedimiento la formación de una capa de núcleo de C-C con una parte de cara, densificando la capa de núcleo mediante impregnación líquida, formando una capa de desgaste de C-C y fijando la cara de desgaste a la parte de cara de la capa de núcleo.

35 Preferentemente, la capa de desgaste presenta una densidad desde 1,55 hasta 1,85 gcm^{-3} . Preferentemente, la capa de núcleo tiene una densidad en el intervalo de 1,85-2,95 gcm^{-3} más preferentemente en el intervalo desde 2,0 hasta 2,3 gcm^{-3} .

40 La capa de núcleo se puede densificar mediante impregnación con silicio o boro, preferentemente silicio o boro líquidos los cuales, en una forma de realización más preferida, forman carburo de silicio o de boro refractario a través de la reacción con una matriz de carbono que comprende por lo menos parte de la capa de núcleo.

45 La capa de desgaste se puede formar a partir de un C-C de un desgaste bajo tal como por ejemplo el que se expone en la patente británica GB 2.356.642B (a nombre del solicitante actual) en el cual la capa de desgaste se forma a partir de fibras de carbono las cuales se extienden radialmente desde la periferia interior de la capa de desgaste hacia o hasta su periferia exterior.

50 Otro aspecto de la invención proporciona un conjunto de ruedas y frenos para una aeronave que comprende discos de freno, estando uno o más discos de freno provistos de una capa de núcleo de una densidad superior a 1,85 gcm^{-3} y por lo menos una capa de desgaste fijada al núcleo de densidad 1,85 gcm^{-3} o inferior.

55 Preferentemente, la capa de desgaste está formada de C-C de bajo desgaste.

La invención se pondrá más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente únicamente a título de ejemplo y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

60 la figura 1 es una ilustración de una sección transversal a través de un disco de freno de C-C de la técnica anterior que representa las zonas de carbono que se puede desgastar;

la figura 2 es una ilustración de una sección transversal a través de un disco de la invención que representa las caras de desgaste de C-C unidas a un núcleo;

65 la figura 3 es una ilustración de una sección transversal a través de un disco de la invención que representa las caras de desgaste de C-C desgastadas al grosor de rechazo.

ES 2 317 001 T3

Haciendo referencia a la figura 1, se representa una vista en sección de un disco de freno de la técnica anterior para un freno de múltiples discos de aeronaves. Aquí, un disco de frenos del rotor de C-C 11 está representado con chavetas de accionamiento (no representadas) sobre la periferia exterior del mismo para el acoplamiento en el interior de una rueda de aeronave (no representada). El disco de freno 11 presenta dos superficies de desgaste 12, una en cada una de las caras mayores del disco 11 para el acoplamiento con fricción con discos colocados a cada lado del mismo cuando se instala en un conjunto de freno. A medida que el disco 11 se desgasta durante la utilización, las superficies de desgaste 12 progresarán a través del grosor del material subyacente 13 hasta alcanzar la posición 14, punto en el cual el disco 11 está completamente desgastado y tiene que ser sustituido.

Un conjunto de frenos conocido en la técnica típicamente presenta discos del rotor de C-C enchavetados a la rueda y que giran con ella e intercalados entre discos del estator de C-C enchavetados al tubo de momento de torsión el cual está montado a la pata del tren de aterrizaje axialmente alrededor del eje. El conjunto de los discos del rotor y del estator es conocido como "paquete térmico". Las caras de fricción de los discos se acoplan por fricción cuando se aplica la carga de la presión de frenado mediante los pistones del accionamiento en el alojamiento del pistón del freno. Los pistones del accionamiento pueden ser accionados hidráulicamente o eléctricamente mediante los sistemas de control de los frenos. A medida que los discos de fricción del freno se desgastan en las superficies de acoplamiento por fricción, el grosor del paquete térmico se reduce, la reducción en el grosor normalmente estando representada mediante un mecanismo indicador del desgaste. Cuando el paquete térmico alcanza su grosor de desgaste completo el paquete térmico es extraído y reemplazado con discos nuevos. La longitud del paquete térmico en su estado de desgaste completo es conocida como la longitud de rechazo del paquete térmico.

La figura 2 es una vista en sección a través de un disco de freno 21 de la invención. La densidad del material del núcleo 22 es superior a $1,85 \text{ gcm}^{-3}$ (esto es, la densidad normalmente conocida en la técnica para los discos de frenos de aeronaves de C-C). Esto se consigue formando un núcleo comprimido de C-C o formando un núcleo normal de C-C e impregnando el mismo con silicio o boro fundidos. A continuación o durante la impregnación, el silicio o el boro elemental reacciona con el material de la matriz de carbono para formar carburo de silicio o de boro. El silicio fundido se infiltra en el interior del núcleo de C-C a una temperatura de aproximadamente 1420°C en una atmósfera inerte después de desgasificar el núcleo de C-C bajo un vacío de 10^{-1} mbares. El silicio que está impregnando el interior del C-C se puede transformar después, completamente o en parte, en carburo de silicio (SiC) mediante la reacción con el material de la matriz de carbono en el C-C calentándolo a una temperatura de aproximadamente 1800°C . Un material de núcleo de este tipo típicamente tendrá una densidad en el intervalo de $2,0-2,3 \text{ gcm}^{-3}$ dependiendo de las propiedades del C-C inicial. Si al principio el C-C tiene una densidad de $1,65 \text{ gcm}^{-3}$ y una porosidad abierta del 20% la densidad después de la reacción con el silicio típicamente será de por lo menos un mínimo de $2,1 \text{ gcm}^{-3}$ con el 95% de conversión de silicio en SiC.

Las caras de desgaste 23, las cuales tienen una superficie de desgaste 24 para el acoplamiento por fricción, están fijadas al núcleo 22 por unos medios de unión en la interfaz 25 entre ellas. Las caras de desgaste 23 pueden estar unidas al núcleo 22 por medios mecánicos, tal como por ejemplo remaches y similares, por agentes químicos de unión tales como una aleación de soldadura fuerte a alta temperatura, por ejemplo Nicrobraz 30 suministrado por Wall Colmonoy, mediante unión por difusión que implica el llevar la cara de desgaste C-C al contacto íntimo con el núcleo de alta densidad de C-C o un núcleo rico en silicio o boro, preferentemente con una presión aplicada para mantener el contacto íntimo y calentándolo a temperaturas elevadas superiores a 1300°C para causar la unión entre la cara de desgaste de C-C y el núcleo sin contaminar la cara de desgaste con silicio ni boro. La unión se puede llevar a cabo mediante la aplicación de una capa de un elemento que forma carburo tal como silicio o boro en la interfaz del núcleo y la cara de desgaste, siendo el núcleo y la cara de desgaste sostenidos después en contacto íntimo durante el calentamiento en una atmósfera controlada o mediante vacío a una temperatura suficiente para que el elemento que forma el carburo se funda y reaccione con la superficie de la cara de desgaste y el núcleo para formar una capa de carburo. La temperatura para este proceso es superior a 1400°C cuando se utiliza silicio y superior a 2200°C cuando se utiliza boro. Alternativamente, las caras de desgaste 23 y el núcleo 22 pueden ser llevados al contacto íntimo y unidos juntos mediante la infiltración con un gas que contiene carbono que se pueda descomponer y la subsiguiente carbonización el mismo. El gas que contiene carbono que se puede descomponer puede ser un gas de hidrocarburo tal como metano, propano, butano o similar y puede ser infiltrado en el interior de la interfaz entre el núcleo y la cara de desgaste bajo unas condiciones de vacío o de atmósfera inerte, el gas de hidrocarburo siendo craqueado para depositar carbono en la interfaz bajo condiciones de temperatura y de atmósfera conocidas en la técnica, típicamente siendo del orden de 1 mbar de vacío a 1.000°C . Un proceso de unión de este tipo se ha descubierto como más eficaz cuando se inserta una capa de fieltro de carbono en la interfaz entre la cara de desgaste y el núcleo.

Las caras de desgaste 23 tienen un grosor de material de desgaste disponible, el límite del cual se representa en la posición 26. Los discos de freno 21 se representan con dos caras de desgaste 23, sin embargo, se apreciará que los discos de frenos pueden presentar únicamente una cara de desgaste, en particular los estatores en los extremos del paquete térmico. Las caras de desgaste 23 serán de un material de C-C (de, es decir, una densidad de $1,6$ a $1,85 \text{ gcm}^{-3}$) o bien otro material provisto de una velocidad de desgaste y unas propiedades de fricción adecuadas para la aplicación como un disco de frenos para aeronaves.

La figura 3 es una vista en sección a través del disco de freno 21 de la invención como se representa en la figura 2 con las superficies de desgaste 24 gastadas al límite de desgaste en la posición 26.

ES 2 317 001 T3

Para mostrar el beneficio derivado de los discos de freno de la invención, se hace referencia a los ejemplos siguientes. En cada caso, los datos se refieren a un freno de aeronave con un paquete térmico del freno que comprende 9 discos (4 en los rotores y 5 en los estatores) concebidos para ajustar en una rueda de 482,6 mm (19”), requerido para absorber una energía de 63284,520 kJ (46,67 x 10⁶ pies x libra) durante el rechazo de retiro (RTO).

5

Ejemplo 1

Freno de C-C (técnica anterior)

10	Velocidad de desgaste de las caras de desgaste de C-C por aterrizaje	2 μm (0,00008”)
	Número de aterrizajes requeridos durante la vida de servicio activo	1500
	Densidad del C-C	1,85 gcm^{-3}
15	Longitud del paquete térmico nuevo	287,376 mm (11,314”)
	Longitud de rechazo del paquete térmico	238,608 mm (9,394”)
20	Peso del paquete térmico	47,99 kg (105,8 libras)

Ejemplo 2

Freno de la invención

25	Velocidad de desgaste de las caras de C-C	2 μm (0,00008”)
	Número de aterrizajes requeridos durante la vida de servicio activo	1500
30	Densidad del material del núcleo	2,10 gcm^{-3}
	Densidad de la cara de desgaste	1,85 gcm^{-3}
35	Longitud del paquete térmico nuevo	275,641 mm (10,852”)
	Longitud de rechazo del paquete térmico	227,889 mm (8,972”)
	Peso del paquete térmico	47,99 kg (105,8 libras)

40 Se consigue una reducción de la longitud del paquete térmico de 10,719 mm (0,422”) comparada con la del freno de la técnica anterior de material de C-C para cumplir las mismas especificaciones en el comportamiento de freno. Esta reducción de 10,719 mm (0,422”) en la longitud del paquete térmico permitirá ahorros en el peso en el conjunto de rueda y freno a través de un tubo de momento de torsión del freno más corto y cambios en el diseño de la rueda que pueden ser facilitados por la longitud más corta del freno.

45

Los beneficios se pueden mejorar adicionalmente utilizando caras de desgaste de un desgaste menor que no serían adecuadas como un material del disco de freno debido a que no cumplirían los requisitos de resistencia para transferir un momento de torsión durante el frenado.

50 Ejemplo 3

Freno de la invención

55	Velocidad de desgaste del C-C (velocidad de desgaste baja) por aterrizaje	1 μm (0,00004”)
	Número de aterrizajes requeridos durante la vida de servicio activo	1500
	Densidad del material del núcleo	2,10 gcm^{-3}
60	Densidad de la cara de desgaste	1,85 gcm^{-3}
	Longitud del paquete térmico nuevo	243,967 mm (9,605”)
	Longitud de rechazo del paquete térmico	227,889 mm (8,972”)
65	Peso del paquete térmico nuevo	44,21 kg (97,46 libras)

ES 2 317 001 T3

La reducción de 43,409 mm (1,709") en la longitud del paquete térmico comparada con el freno de la técnica anterior (ejemplo 1) de material de C-C se proporciona para cumplir las mismas especificaciones en el comportamiento del freno. La reducción en la longitud del paquete térmico es superior a la que proporciona el ejemplo 2 resultando en ahorros adicionales en el peso de los conjuntos de ruedas y frenos.

5 Los discos del paquete térmico de freno en el ejemplo 1 se fabricaron utilizando un refuerzo no tejido del tipo descrito en el documento GB 2.012.671 que comprende fibras continuas y una capa de fibras cordadas cosidas a las fibras continuas. Los segmentos con fibras continuas en las direcciones radial y tangencial se cortaron del tejido y se colocaron en forma de espiral alrededor de un tapón central. Un segmento de un ángulo de 48° se utilizó para
10 evitar la alineación de las juntas de segmentos a través de capas adyacentes y los segmentos se alternaron entre la dirección radial de la fibra y la dirección tangencial de la fibra. La distribución se prolongó hasta que se añadieron segmentos suficientes como para conseguir un volumen del 20% de fibras cuando el tapón central se extrajo y el conjunto de segmentos se comprimió hasta un volumen previamente determinado en un dispositivo adecuado. El conjunto se infiltró a continuación con carbono, bajo condiciones de infiltración química por vapor conocidas en la
15 técnica, hasta una densidad de aproximadamente $1,3 \text{ gcm}^{-3}$, tomada a partir del dispositivo de compresión e infiltrado adicionalmente a la densidad requerida para una densidad del disco de $1,85 \text{ gcm}^{-3}$ después del tratamiento térmico y el mecanizado. Los discos infiltrados se grafitizaron después mediante tratamiento térmico a 2400°C en una atmósfera inerte y después se mecanizaron hasta las dimensiones finales.

20 El procedimiento de fabricación descrito anteriormente para los discos de freno de C-C del ejemplo 1 se utilizó también para las caras de desgaste de C-C del ejemplo 2. Las caras de desgaste de C-C del ejemplo 3 difieren en que únicamente se utilizaron segmentos en la dirección radial de la fibra de acuerdo con los discos de freno de la invención en el documento GB 2.356.642B.

25 El material del núcleo en el ejemplo 2 y el ejemplo 3 se realizó a partir de C-C provisto de un refuerzo no tejido del tipo descrito en el documento GB 2.012.671B que comprende fibras continuas y una capa de fibras cordadas cosidas a las fibras continuas. El tejido se cortó en segmentos o anillos, se colocaron hasta el grosor y el peso requeridos y se comprimió en el interior de una mordaza o se cosió en el interior de una preforma hasta un volumen de fibra de aproximadamente el 20%. El conjunto de fibras en la mordaza o en la preforma se infiltró después con carbono en uno
30 o más ciclos en un proceso de infiltración química por vapor (CVI) conocido en la técnica hasta que se consiguió una densidad de $1,60\text{-}1,65 \text{ gcm}^{-3}$. Este carbono se impregnó después con silicio el cual se convirtió en SiC mediante la relación con la matriz de carbono bajo las condiciones conocidas en la técnica. El núcleo de C-C tratado con silicio resultante tenía menos del 5% de silicio sin convertir y una densidad de $2,10 \text{ gcm}^{-3}$.

35 Las caras de desgaste se unieron a los núcleos en los ejemplos 2 y 3 mediante la utilización de la aleación de relleno de soldadura fuerte Nicrobraz 30 y mediante la utilización de fieltro de carbono infiltrado por infiltración química por vapor.

40 Las caras de desgaste unidas a núcleos con relleno de soldadura fuerte Nicrobraz 30 presentaban una capa de aleación de relleno de soldadura fuerte aplicada entre las caras de desgaste y el núcleo. Los discos se mantuvieron en contacto íntimo mediante la aplicación de una presión de 0,69 bares (10 libras por pulgada cuadrada) durante el calentamiento bajo un vacío de 10^{-4} mbares hasta una temperatura de 1180°C.

45 Las caras de desgaste unidas a los núcleos con un fieltro de carbono infiltrado por infiltración química por vapor presentaban una capa de fieltro de carbono insertada en cada una de las interfaces entre las caras de desgaste y el núcleo. Las superficies de la cara de desgaste, el fieltro y el núcleo se mantuvieron en contacto íntimo mediante discos de apriete en un dispositivo antes de ser procesados en un horno de infiltración química por vapor bajo las condiciones conocidas en la técnica para la deposición del carbono a partir de un gas que comprende principalmente metano. Puede ayudar a la unión mediante este procedimiento el que el fieltro de carbono esté impregnado con una resina que
50 se pueda carbonizar que pueda ser calentada para liberar un depósito de carbono.

El grosor de la cara de desgaste en el ejemplo 2 es 10 mm (0,240") y 5 mm (0,120") en el ejemplo 3. El grosor de la cara de desgaste permite el número requerido de aterrizajes a la velocidad de desgaste conocida permitiendo un factor de 2 por desgaste irregular.

55 Una medida de los ahorros implicados se puede representar como la relación de la longitud del paquete térmico con respecto al peso total del paquete térmico, por ejemplo:

60

65

ES 2 317 001 T3

TABLA 1

Comparación de los discos de los ejemplos

	<u>Longitud (L)/mm</u>	<u>Peso (P)/kg</u>	<u>L/P mm kg⁻¹</u>
Ejemplo 1	287,376	47,99	5,99
Ejemplo 2	275,641	47,99	5,74
Ejemplo 3	243,967	44,21	5,52

Por lo tanto se puede apreciar que los paquetes térmicos de frenos de la invención (ejemplos 2 y 3) proporcionan una reducción respectivamente del 4% y el 9% sobre los paquetes térmicos de frenos de la técnica anterior (es decir, las relaciones de L/P para los paquetes térmicos respectivos).

Por lo tanto se apreciará por parte de los expertos en la materia que utilizando paquetes térmicos de frenos que comprenden los discos de frenos de la invención se pueden obtener muchas ventajas. Por ejemplo, la longitud del nuevo paquete térmico se puede reducir conduciendo a reducciones concomitantes en el peso de la rueda y del freno. Además, la utilización de una capa de unión con una conductividad térmica baja abre la posibilidad de que las superficies de desgaste funcionen a una temperatura que reduzca el desgaste o mejore el comportamiento de fricción, particularmente durante la rodadura de la aeronave cuando el desgaste en los discos de frenos de C-C se ha detectado como desproporcionadamente elevado para la energía de frenado implicada.

Las caras de desgaste en los discos que funcionan por acoplamiento con fricción durante el servicio en un paquete térmico de frenos se pueden realizar a partir de una pieza en bruto de la cara de desgaste de C-C común, cortándolas para proporcionar caras de desgaste del grosor requerido. Esto tendrá beneficios durante el funcionamiento del freno como caras de fricción. Las superficies de desgaste con diferentes densidades se encuentra que se desgastan a velocidades relativas diferentes, aunque el desgaste global del paquete térmico de freno no resulta afectado. En cualquier acoplamiento de desgaste con dos superficies de C-C, la superficie con la densidad más elevada se encuentra que se desgasta a una velocidad mayor. Algunos de los beneficios de la utilización de un núcleo de alta densidad, por lo tanto, se pierden puesto que el grosor de la cara de desgaste tiene que incluir un factor para el desgaste irregular en las caras de desgaste del paquete térmico durante el servicio. Equilibrando las densidades de las caras de desgaste mediante la fabricación a partir de la misma pieza en bruto de las caras que estarán en acoplamiento por fricción tendría la ventaja de proporcionar un desgaste uniforme a través del paquete térmico durante el servicio y de reducir cualquier factor sobre el grosor de las caras de desgaste para permitir un desgaste irregular.

Además, se apreciará que la utilización de caras de desgaste permitirá que los discos sean acondicionados mediante la extracción de las caras de desgaste completamente desgastadas y la sustitución con nuevas caras unidas al núcleo. Una capacidad de acondicionamiento de este tipo proporciona considerables beneficios económicos en el funcionamiento de los discos de frenos compuestos.

Se contempla que las caras de desgaste se puedan fijar a los discos del núcleo con una superficie plana o las superficies de desgaste se pueden fijar dentro de una área ranurada en el núcleo.

Aunque la invención ha sido descrita con relación a discos de frenos de aeronaves, también se puede utilizar, por ejemplo, en discos de embrague y otros discos de fricción y similares, en los que sean deseables ahorros de peso o de tamaño. En las aplicaciones identificadas anteriormente los discos son macizos con porosidad interna, es decir, no presentan orificios pasantes para el flujo de aire. En algunos casos tales orificios pueden estar presentes. En cuyo caso cuando se menciona la densidad del material del núcleo, se hace referencia a la densidad del material del núcleo real en lugar de a la densidad por unidad de volumen del volumen completo del núcleo (esto es, incluyendo los orificios).

ES 2 317 001 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Artículo compuesto (21) para su utilización en un paquete térmico de frenos de aeronaves, comprendiendo el artículo (21) una capa de núcleo (22) que presenta una parte de cara y una capa de desgaste (23) fijada a la parte de cara, **caracterizado** porque la capa de desgaste (23) presenta una densidad inferior a la de la capa de núcleo (22).
- 10 2. Artículo compuesto (21) según la reivindicación 1, en el que la capa de desgaste (23) está formada a partir de un compuesto de C-C.
- 15 3. Artículo compuesto (21) según la reivindicación 1 ó 2, en el que la capa de núcleo (22) es un artículo compuesto de C-C impregnado con un carburo refractario.
- 20 4. Artículo compuesto (21) para su utilización en un paquete térmico de frenos de aeronaves, comprendiendo el artículo (21) una capa de núcleo (22) formada a partir de un compuesto de C-C impregnado con un carburo refractario, **caracterizado** porque la capa de núcleo (22) presenta una parte de cara a la que está fijada una capa de desgaste de C-C (23).
- 25 5. Artículo compuesto (21) según la reivindicación 3 ó 4, en el que el carburo refractario es el carburo de silicio o el carburo de boro.
- 30 6. Artículo compuesto (21) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la densidad de la capa de núcleo (22) es superior a $1,85 \text{ gcm}^{-3}$.
- 35 7. Artículo compuesto (21) según la reivindicación 6, en el que la densidad de la capa de núcleo (22) está en el intervalo superior a $1,85 \text{ gcm}^{-3}$ hasta $2,95 \text{ gcm}^{-3}$.
- 40 8. Procedimiento de formación de un artículo compuesto para su utilización en un paquete térmico de frenos de aeronaves, comprendiendo el procedimiento la formación de una capa de núcleo a partir de un primer material, presentando la capa de núcleo una parte de cara, y la formación de una capa de desgaste a partir de un segundo material y la fijación de la capa de desgaste a la parte de cara de la capa de núcleo, **caracterizado** porque primer material presenta una densidad más elevada que el segundo.
- 45 9. Procedimiento de formación de un artículo compuesto para su utilización en un paquete térmico de frenos de aeronaves, comprendiendo el procedimiento la formación de una capa de núcleo de C-C con una parte de cara, densificar la capa de núcleo mediante la impregnación líquida con silicio y/o boro, la formación de una capa de desgaste de C-C y la fijación de la capa de desgaste a la parte de cara de la capa de núcleo.
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación 9, que comprende además la conversión del silicio y/o el boro en el carburo refractario respectivo mediante la reacción con la matriz de C-C.
- 55 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende además la formación de la capa de desgaste a partir de fibras de carbono que se extienden radialmente desde una periferia interior de la capa de desgaste hacia o hasta una periferia exterior de la misma.
- 60 12. Conjunto de rueda y freno de aeronave que comprende discos de freno (21), **caracterizado** porque uno o más de los discos de freno (21) presentan una capa de núcleo (22) de una densidad superior a $1,85 \text{ gcm}^{-3}$ y por lo menos una capa de desgaste (23) fijada al núcleo (22) de una densidad de $1,85 \text{ gcm}^{-3}$ o inferior.
- 65

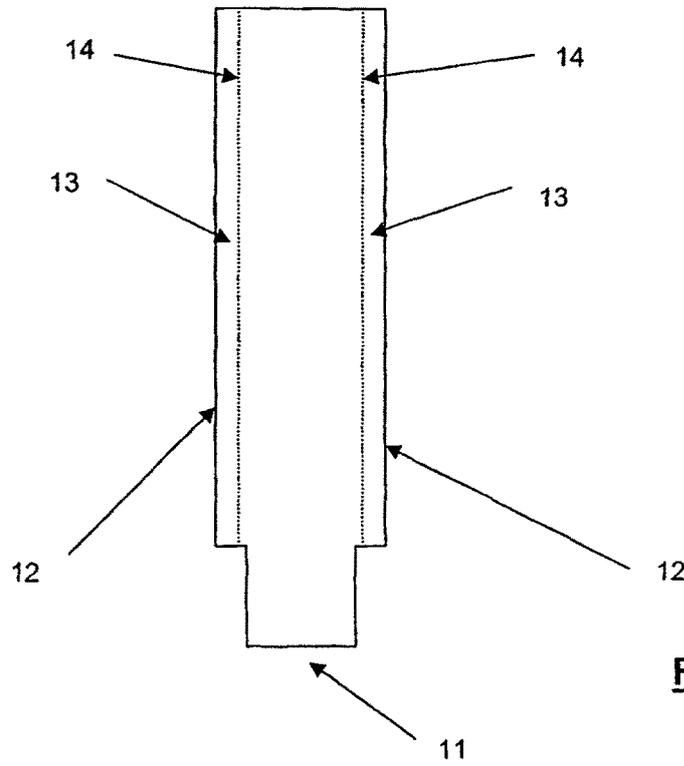


Figura 1

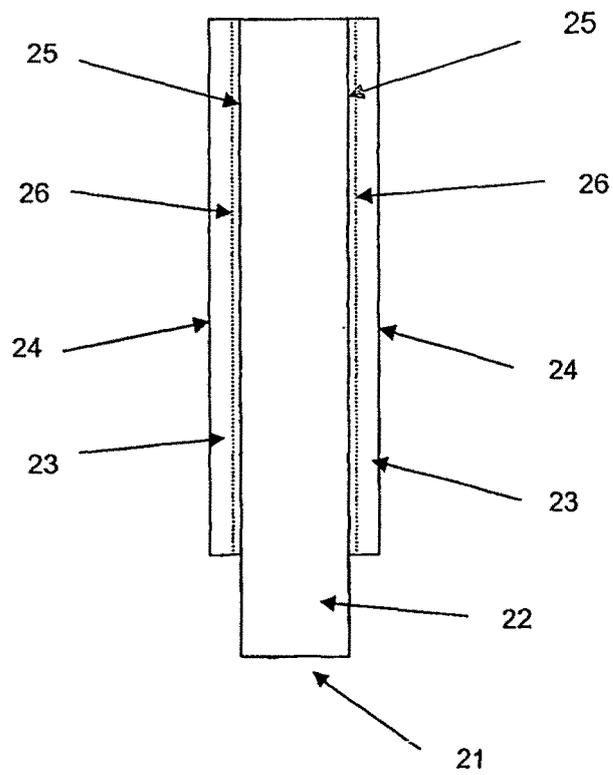


Figura 2

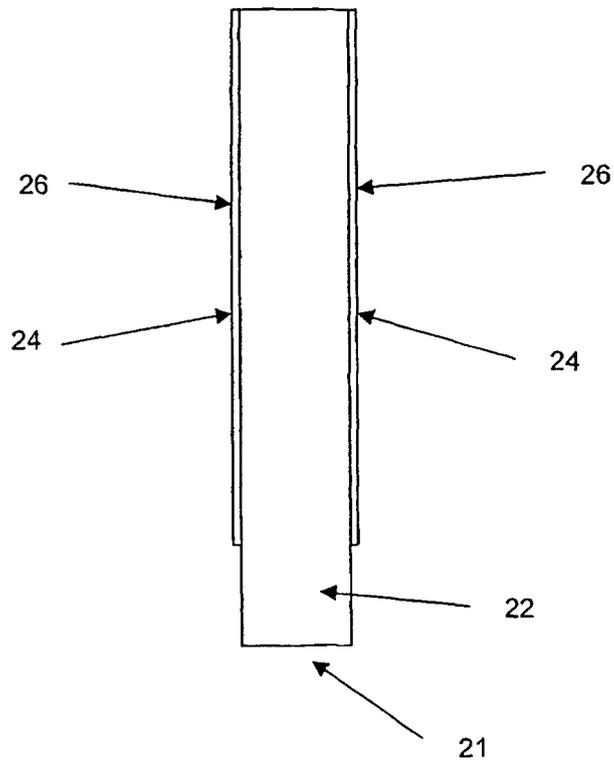


Figura 3