

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 284**

51 Int. Cl.:

**G02B 5/08** (2006.01)

**G02B 7/182** (2006.01)

**C04B 37/00** (2006.01)

**C04B 35/80** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05018617 .0**

96 Fecha de presentación: **08.05.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1600798**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.11.2005**

54 Título: **REFLECTOR ULTRALIGERO Y ULTRARÍGIDO ENTERAMENTE CERÁMICO.**

30 Prioridad:  
**23.05.2001 DE 10125554**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.01.2012**

73 Titular/es:  
**ECM INGENIEUR-UNTERNEHMEN FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTTECHNIK GMBH  
RIDLERSTRASSE 31A  
80339 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:  
**Krödel, Matthias y  
Ziegler, Fred**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 372 284 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).

**DESCRIPCION**

Reflector ultraligero y ultrarígido enteramente cerámico

5 Dadas las demandas constantemente crecientes respecto a reflectores nuevos mayores, altamente complejos y de gran rendimiento es necesario realizar estos reflectores aún más ligeros, más rígidos y más eficaces. Una posibilidad para lograr esto es fabricar estos reflectores de materiales cerámicos.

10 Hasta ahora se fabricaban los reflectores cerámicos principalmente de vidrio o de vitrocerámica, carburo de silicio sinterizado o C/SiC. En estos casos, los reflectores se fabricaban a partir de una placa gruesa, eliminando mediante fresado unas estructuras de forma triangular o hexagonal o similares para poder fabricar estos reflectores de acuerdo con la demanda con un peso lo más reducido posible por unidad de superficie. Especialmente en el caso del vidrio el mecanizado resulta muy aparatoso y por lo tanto también entraña unos costes muy elevados, de modo que las estructuras antes citadas solamente se pueden mecanizar de forma muy lenta y costosa empleando caras herramientas especiales.

15 En el caso de SiC sinterizado y C/SiC, el mecanizado de la estructura tiene lugar en los procedimientos conocidos hasta la fecha en el llamado estado "en verde", es decir en un estado relativamente blando, por lo que el mecanizado resulta considerablemente más sencillo y económico. Ahora bien en el caso de SiC sinterizado se produce durante el proceso de sinterizado una contracción no despreciable, que no se mantiene exactamente uniforme y por lo tanto da lugar a unos trabajos de repaso notablemente mayores en el estado cerámico, que en el caso de C/SiC. A diferencia del vidrio, las cerámicas SiC presentan una conductividad térmica hasta cien veces mejor y una rigidez específica notablemente superior. Con lo cual estos materiales están como predestinados para  
20 fabricar reflectores de alta rigidez.

Por el documento DE 42 07 009 C2 y el DE 43 29 551 A1 se sabe que los reflectores de SiC se fabrican de un material de soporte de carbono poroso, dándole la forma definitiva necesaria mediante trabajos de mecanizado, en particular mediante fresado.

25 Este procedimiento no es solamente relativamente aparatoso sino que entraña el riesgo de que precisamente en los reflectores que deben tener un peso extremadamente bajo por unidad de superficie notablemente inferior a  $15 \text{ kg/m}^2$  o incluso inferior a  $10 \text{ kg/m}^2$ , la estructura sufra daños durante el mecanizado, lo cual da lugar a un notable empeoramiento de las propiedades del material o impide que esta clase de pesos por unidad de superficie ni siquiera se puedan fabricar. El peso por unidad de superficie se define como peso por unidad de superficie, por lo que en los reflectores el espesor del reflector y su superficie tienen una relación muy definida entre sí. Así por  
30 ejemplo, para una precisión del contorno del reflector de  $A/10$  se elige por lo general un espesor del reflector que no sea inferior a una décima parte del diámetro del reflector.

También se conoce por el documento DE 42 07 009 C2 que las estructuras cerámicas de panal de abeja se unen con una capa de cubierta densa de Prepregs de tejido de fibra de carbono, consiguiendo de este modo una  
35 estructura de peso ligero. Ahora bien esta técnica presenta el decisivo inconveniente, precisamente al someterla a ciclos térmicos, de que el material del panal de abejas y el de la capa de cubierta no son compatibles en cuanto a propiedades termomecánicas, lo que da lugar a deslaminaciones y/o grietas, siendo además muy reducida la conductividad térmica de la capa de cubierta.

40 En el documento US 6,206,531 se describe otra posibilidad para la fabricación de reflectores de poco peso. Ahí se propone emplear una estructura de núcleo de un material de espuma, donde a continuación para la fabricación del reflector completo es necesario producir una estructura de capa relativamente compleja. En un reflector fabricado de este modo puede llegar a producirse además el desprendimiento de las capas entre sí debido a los diferentes comportamientos de dilatación, tal como sucede también en el documento DE 42 07 009.

45 El documento EP 0 987 096 A2 describe la fabricación de una estructura ligera de alta rigidez en la que para formar una estructura de soporte entre una placa frontal y una placa posterior de material cerámico reforzado con fibras se colocan unas piezas de forma tubular y/o en forma de placa y/o en forma de perfiles de material cerámico reforzado con fibras, preferentemente de carbono reforzado con fibras de carbono o carburo de silicio reforzado con fibras de carbono, y se pegan mediante una resina sintética. Debido al refuerzo que da lugar a una rigidez desigual de la estructura ligera allí descrita que se manifiesta en un soporte desigual según la superficie de la placa frontal o de la placa posterior debido a las piezas de forma tubular y/o de forma de placa y/o de forma de perfil, no resulta efectuar  
50 un rectificado o pulido de esa placa frontal, que puede estar realizada como superficie especular, sin que lleguen a

5 producirse efectos molestos de Quilting (efecto de acolchado) es decir sin un abombamiento local de aquella estructura superficial. Este efecto sumamente desfavorable es el resultado de que al rectificar o pulir aquella estructura por encima de los nervios de apoyo y debido a que allí existe mayor rigidez de la estructura, se produce un mayor arranque de material que en la zonas situadas entre los nervios de apoyo, ya que en estas zonas restantes la estructura es más elástica debido a una cierta flexibilidad del material. Por lo tanto en la estructura ligera allí dada a conocer no se puede obtener prácticamente una superficie uniforme.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un reflector ligero y rígido así como un procedimiento mejorado para su fabricación, evitándose los inconvenientes antes citados, en particular el efecto Quilting que aparece al rectificar el reflector.

10 Este objetivo se resuelve por medio de las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones 2 a 6 se refieren a formas de realización de la invención. La reivindicación 7 se refiere a una utilización.

15 La invención comprende por una parte un reflector compuesto por un material cerámico de bajo peso por unidad de superficie. El material cerámico está aplicado sobre una primera superficie de una placa frontal cerámica que está preformada de acuerdo con el contorno deseado para el reflector. De este modo se puede conseguir de forma sencilla un contorno definido del reflector. Además está previsto que el material cerámico esté unido de forma monolítica con la placa frontal, teniendo la placa frontal y el material cerámico en gran medida las mismas propiedades térmicas. De este modo se evita la fuente de errores debidos a un posible desprendimiento de diversas capas de la estructura de reflector, tal como puede surgir por ejemplo en el caso del documento US 6,206,531. Para conseguir una estructura especialmente ligera y a pesar de ello rígida se ha previsto emplear conforme a la invención para el material cerámico una espuma de C/SiC. Como placa frontal cerámica está prevista una placa frontal de C/SiC. Dado que tanto la espuma como también la placa frontal son de C/SiC, y estas están además unidos de forma monolítica, no existen distintas capas de material con distintas propiedades térmicas, es decir que no existe el riesgo del desprendimiento de distintas capas de material entre sí o una formación de grietas debido a un comportamiento de dilatación diferente.

25 En la primera superficie de la placa frontal pueden estar previstas además unas protuberancias y/o depresiones de C/SiC. Estas pueden servir o bien para establecer mediante un dentado con el material cerámico una mejor unión entre la placa frontal y el material cerámico, o pueden estar realizadas por ejemplo en forma de nervios o canales para contribuir a mejorar las propiedades térmicas, por ejemplo para formar unos pasajes para un medio refrigerante gaseoso o líquido. Pero dado que el material cerámico está realizado como material poroso, concretamente como espuma, y por lo tanto presenta una cierta permeabilidad, este material puede utilizarse él mismo gracias a su permeabilidad como pasaje para un medio de acondicionamiento de la temperatura. Por lo tanto puede estar previsto que exista un intercambio de calor entre el material cerámico y un medio de acondicionamiento de la temperatura. De este modo una espuma cerámica, con o sin estructura de nervios o de canales, puede emplearse como intercambiador de calor integral del radiador para la transmisión de calor, por ejemplo desde la superficie especular a un medio refrigerante (gas o líquido). A la inversa puede estar previsto también un calentamiento de la estructura del reflector gracias a un medio de acondicionamiento de la temperatura.

Para conseguir otra reducción de peso de la estructura del reflector manteniendo en gran medida la misma rigidez, puede estar previsto que sobre el material cerámico, es decir sobre la espuma de C/SiC, esté aplicada una placa dorsal de C/SiC. En este caso el conjunto de la estructura se puede realizar correspondientemente más delgada.

40 Para poder volver a eliminar posibles fuentes de fallo causadas por las diferentes capas de la estructura se propone que la placa dorsal de C/SiC se una monolíticamente con la espuma de C/SiC. En principio también se pueden prever para la placa dorsal, de modo análoga a la placa frontal y según necesidad protuberancias y/o rebajes.

Debido al refuerzo uniforme de la estructura del reflector tal como se prevé en la invención precisamente para el caso de una espuma de C/SiC porosa como material cerámico, resulta posible a diferencia del estado de la técnica rectificar o pulir la superficie especular sin que se produzca molestos efectos de Quilting (efecto de acolchado) sin abombamientos locales de la estructura del reflector. Estos efectos resultan al rectificar o pulir estructuras tales como se describen por ejemplo en el documento DE 42 07 009, que incorporen materiales cerámicos con una estructura de panal de abejas o con otros nervios de apoyo similares. Al rectificar o pulir, el arranque de material encima de los nervios de apoyo es mayor en estas zonas, debido a la mayor rigidez de la estructura, que en las zonas entre los nervios de apoyo, ya que en estas zonas restantes la estructura es más elástica debido a que el material suele tener una cierta flexibilidad. En consecuencia, en estas zonas restantes el material cede hacia abajo

debido a la presión de pulido. Al retirar la presión del pulido aparecen abolladuras en estas zonas restantes. Precisamente esto es lo que se evita al emplear una espuma de C/SiC.

Igualmente puede estar previsto que sobre la placa frontal de C/SiC esté aplicado un recubrimiento superficial que se pueda rectificar y pulir, estando unido el recubrimiento superficial de forma monolítica con la placa frontal de C/SiC. Con esto se consigue por una parte que la superficie del reflector se pueda rectificar directamente y pulir para obtener la rugosidad necesaria, en particular para lograr un nivel de luz disperso lo más reducida posible. La unión monolítica impide a su vez posibles fuentes de fallo. Gracias a la unión monolítica de todos los componentes esenciales del reflector se consigue que el conjunto del reflector inclusive la superficie especular pulida sea de un material monolítico. Por lo tanto, a diferencia del estado de la técnica no hay diferentes capas con distintas capas de material que pudieran actuar como fuentes de fallo.

La invención se refiere a un reflector que se puede fabricar con el siguiente procedimiento:

Un material cerámico de bajo peso por unidad de superficie se aplica sobre una primera superficie de una placa frontal cerámica que está preformada de acuerdo con el contorno del reflector, uniéndose a continuación el material cerámico de forma monolítica con la placa frontal. Para ello está previsto que se recubra primeramente una estructura de espuma polímera con una suspensión de un material de partida cerámico que contiene silíceo. La estructura polímera se puede cubrir por ejemplo mediante inmersión en la suspensión o aprovechando efectos capilares en el caso de utilizarse una estructura polímera porosa. A continuación la estructura espumosa tratada de este modo se piroliza con exclusión de aire para obtener un producto cerámico intermedio con una estructura de espuma. Debido a la pirolisis, se destruye la estructura polímera y queda un producto cerámico intermedio que tiene en gran medida la estructura de la estructura polímera previa a su pirolisis. Después de la pirolisis se aplica el producto cerámico intermedio sobre una placa frontal de carbono/carbono y a continuación tiene lugar una infiltración de un material que contenga silicio, a temperaturas superiores a 1350°C para la preparación de una estructura monolítica de C/SiC a base de una espuma de C/SiC y una placa frontal de C/SiC. De este modo se consigue por lo tanto una unión monolítica de los distintos componentes del reflector y se produce al mismo tiempo el material cerámico definitivo. La elección adecuada de los materiales tal como aquí se ha expuesto para obtener el material cerámico o el producto cerámico intermedio, la placa frontal, la placa dorsal contribuyen a la realización de esta unión monolítica. Las ventajas de un procedimiento de esta clase ya se han expuesto anteriormente al tratar de la disposición de reflector que podía producirse con ella.

También se puede prever que antes de aplicar la espuma sobre la primera superficie de la placa frontal se produzcan protuberancias y/o depresiones del mismo material que el de la placa frontal. Las posibilidades de aplicación para tales protuberancias y/o depresiones también se han descrito ya. Además, para mayor refuerzo se puede aplicar sobre la espuma una placa dorsal de carbono/carbono, uniéndose la placa dorsal de carbono/carbono con la espuma de forma monolítica mediante la infiltración del material que contiene silicio. Adicionalmente se puede aplicar sobre la placa frontal de C/SiC un recubrimiento superficial apto para ser rectificado y pulido con él, y el recubrimiento superficial se puede unir de forma monolítica con la placa frontal de C/SiC. Las ventajas de estas posibles medidas también ya se han descrito al tratar de la disposición de los reflectores conforme a la invención.

También se puede prever como perfeccionamiento especial de la invención que la estructura polímera se recubra de una suspensión especial compuesta de una barbotina de SiC, silicio y carbono en una mezcla de líquidos orgánicos.

Para el proceso de fabricación puede estar previsto en particular que el producto cerámico intermedio se una después de la pirolisis mediante un adhesivo con la placa frontal y/o con la placa dorsal. El adhesivo contiene preferentemente carburo de silicio y/o carbono y/o silicio. A continuación tiene lugar la ya descrita infiltración de un material que contenga silicio, a temperaturas superiores a 1350°C. La elección adecuada del adhesivo puede contribuir a la realización de la unión monolítica ya descrita.

Un ejemplo de la realización especial de la presente invención se describe a continuación sirviéndose de las figuras 1 y 2.

Estas muestran:

la fig. 1: una sección a través de un reflector conforme a la invención,

la fig.2: un detalle ampliado de una sección de la fig. 1.

En el procedimiento conforme a la presente invención se une una espuma cerámica 2 al menos con una placa frontal cerámica 1, o bien se integra la placa frontal 1 directamente en la respectiva estructura de espuma 2 durante la producción de la estructura de espuma 2.

5 Como material de partida para producción de la espuma cerámica se utiliza una estructura polímera porosa, preferentemente poliuretano en forma de una armadura de espuma o de otro medio que se pueda quemar completamente tal como por ejemplo un granulado de poliamida. Este material de partida o bien se sumerge en una suspensión de un material de partida cerámico, lo cual puede realizarse en un solo paso del proceso o en varios pasos de inmersión, o se aspira dentro de la estructura polímera una suspensión de esta clase aprovechando efectos capilares. A continuación se realiza el secado de la estructura a temperaturas de 100 a 160°C.

10 Lo importante en este procedimiento es que los componentes de la suspensión contengan materiales o sean de los mismos materiales que los de la placa frontal 1 cerámica que todavía se ha de aplicar. Para este fin se emplea una suspensión que consiste en un barro fino de una barbotina de SiC fino, Si y carbono en una mezcla de líquidos orgánicos. Una suspensión de esta clase se puede preparar en particular de acuerdo con los siguientes pasos individuales.

15 El polvo de carburo de silicio se mezcla añadiendo el aglutinante. La viscosidad se ajusta a una consistencia acuosa mediante adición del disolvente. Como disolvente se emplea preferentemente un disolvente orgánico, por ejemplo una mezcla de alcohol isopropílico, acetato de butilo, butanodiol y polietilenglicol, como aglutinante resina fenólica o novoesmaltes. Esta mezcla se dispersa agitando constantemente. Transcurrido el tiempo de homogeneización se añade carbono, preferente en forma de grafito finísimo y/o negro de humo y/o fibras de carbono. A continuación se dispersa todo el sistema en un homogeneizador comercial. Por último y para determinadas aplicaciones se añade también silicio con el fin de asegurarse de que tenga lugar durante el subsiguiente proceso térmico de la infiltración de líquido la queramización íntegra de la estructura de espuma, especialmente en el caso de estructuras integrales.

20 Una vez endurecida la estructura de espuma se piroliza la estructura polímera en un proceso térmico entre 900°C y 1200°C, de forma ideal a unos 1000°C, con exclusión de aire, preferentemente en atmósfera de nitrógeno o en vacío. El barro fino a pasa a un producto cerámico intermedio que a la temperatura ambiente es duro, pero a temperaturas superiores a 50°C presenta una cierta flexibilidad.

Después de la pirolisis, el producto cerámico intermedio, que ya presenta una estructura de espuma, se une firmemente con una placa frontal 1 y/o con una placa dorsal 3 de un material de carbono-carbono. La placa frontal presenta de forma ideal ya por lo menos en gran medida el contorno deseado del futuro reflector. La placa dorsal 3 es opcional y puede estar previsto para dar rigidez adicional a la estructura. También pueden estar previstas por principio unas placas laterales adicionales. La unión de las placas 1, 3 con el producto cerámico intermedio tiene lugar sirviéndose de un adhesivo que consiste en un aglutinante y por lo menos carburo de silicio, preferentemente de modo adicional también de carbono. El adhesivo contiene por lo tanto al menos en gran parte las mismas sustancias que la estructura de espuma. De este modo queda asegurado de que no aparezca un comportamiento diferente del adhesivo y del producto intermedio o de la estructura de espuma durante el proceso térmico descrito a continuación, lo que daría lugar a unas manifestaciones molestas tales como la formación de grietas o contracciones.

30 Por motivos de diseño y/o térmicos se pueden prever también nervios o estructuras de canal 7 sobre la cara posterior de la placa frontal 1 y/o de la placa dorsal 3, y en este caso se pegan segmentos de espuma del producto intermedio en los correspondientes segmentos de la placa frontal 1 o de la placa dorsal 3. Las estructuras pegadas se endurecen a continuación a temperaturas entre 70°C y 170°C.

45 Una vez endurecida la estructura, esta se infiltra con silicio al vacío a temperaturas de 1350°C a 1750°C, de modo ideal a unos 1600°C. De este modo se forma a partir de la estructura de carbono-carbono de las placas 1, 3 así como del producto cerámico intermedio y del adhesivo una estructura cerámica de C/SiC en la que a diferencia de los procesos de sinterizado prácticamente no aparece contracción de la cerámica monolítica. A partir de la estructura pegada se obtiene una estructura monolítica a base de la placa frontal 1 de C/SiC con espuma de C/SiC 2, con eventuales placas de C/SiC adicionales como placa dorsal 3 y placas laterales. Variando la porosidad de la estructura de espuma original se pueden ajustar y optimizar el peso por unidad de superficie y la rigidez del reflector.

50 Después del proceso de infiltración se limpia la estructura, preferentemente mediante chorro de arena, de modo que se obtenga una superficie lisa, limpia de exceso de silicio procedente del proceso anterior. A continuación se realiza un rectificado previo de desbaste de la futura superficie reflectante 5, en gran medida de acuerdo con la forma final

deseada. Este rectificado previo trata de asegurar en lo esencial el cumplimiento del contorno deseado de la capa reflectante del reflector.

Después del rectificado previo se dota al menos la superficie 5 de un recubrimiento 6. Para ello se pueden prever en principio todos los recubrimientos que sean adecuados para la producción de una superficie apta para ser rectificada y pulida, en particular, unos tales que se puedan unir monolíticamente con la placa frontal 1 y que para ello contengan materiales similares a los de la placa frontal 1. A continuación se describe un procedimiento especial para la producción de un recubrimiento de esta clase.

Para la preparación del recubrimiento 6 se efectúa la preparación de un barro fino en forma de una dispersión que se compone de aglutinante, disolvente, polvo metálico y/o cerámico así como carbono. Con esto se puede recubrir la placa frontal 1 de C/SiC de tal modo que en los ciclos de pulido subsiguientes se pueda conseguir una rugosidad superficial  $RMS < 1 \text{ Qm}$ , preferentemente incluso menor a 10 nm.

La preparación de la dispersión para un recubrimiento cerámico tiene lugar de acuerdo con los pasos individuales descritos a continuación.

Añadiendo el aglutinante se mezcla polvo de carburo de silicio con este aglutinante. La viscosidad de la mezcla de las dos sustancias a base de polvo de carburo de silicio y aglutinante se ajusta a una consistencia oleosa mediante la adición del disolvente. Como disolvente se emplea preferentemente un disolvente orgánico, por ejemplo una mezcla de isopropilalcohol, acetato de butilo, butanodiol y polietilenglicol. Esta mezcla oleosa se dispersa mediante un homogeneizador comercial. Después del tiempo de homogeneización se añade carbono, preferentemente en forma de grafito finísimo o negro de humo. Después de esta adición se vuelve a dispersar el sistema de sustancias en el homogeneizador. Por último se añade el polvo metálico, preferentemente silicio metálico, y a continuación se puede volver a homogeneizar otra vez todo el sistema de sustancias. Durante todo el proceso de homogeneización se puede ir añadiendo constantemente disolvente para ajustar la viscosidad que se requiere para la futura aplicación. La viscosidad depende esencialmente del procedimiento de recubrimiento mediante el cual se vaya a recubrir después el sustrato, es decir en particular la placa frontal y eventualmente también la placa dorsal. Durante el proceso de homogeneización se controla preferentemente la viscosidad empleando métodos de medida adecuados tales como por ejemplo un viscosímetro comercial o una copa consistométrica.

La aplicación de la dispersión de barro fino puede realizarse mediante una técnica de proyección, preferentemente sirviéndose de herramientas de esmaltado, donde lo ideal es que con herramientas adecuadas se contrarreste la disgregación de la dispersión con el fin de evitar faltas de homogeneidad en puntos aislados entre el revestimiento y el sustrato o puntos defectuosos en el revestimiento.

El recubrimiento puede efectuarse en varios pasos individuales, es decir que en lugar de realizar todo el recubrimiento mediante una única capa, este también se puede aplicar en varias capas. En este caso se pueden alcanzar por ejemplo capas individuales de hasta 0,5 mm. Después de cada proceso de recubrimiento puede procederse preferentemente a realizar un secado de la capa respectiva. Ese secado puede realizarse por ejemplo en un armario de secado adecuado. El tiempo de secado depende esencialmente del espesor de la capa y del número de capas ya aplicadas. El tiempo de secado entre los distintos recubrimientos puede estar por ejemplo entre 30 minutos y 120 minutos. Una temperatura de secado se encuentra de un modo ideal por debajo de 150°C y está por ejemplo entre 70 y 120°C.

En cuanto al recubrimiento 6 se ha terminado de acuerdo con las fases de trabajo antes citadas se calienta el sustrato recubierto en un proceso térmico al vacío o bajo gas de protección, a unas temperaturas superiores a 1600°C. En este proceso térmico y de forma análoga al procedimiento antes descrito y debido a la afinidad de reacción entre el silicio y el carbono, se llega a producir carburo de silicio, en su mayor parte  $\beta\text{-SiC}$ , durante cuyo proceso el carbono presente en el recubrimiento 6 reacciona en parte con el silicio existente en la capa aplicada y/o parcialmente con el silicio residual presente en el sustrato de la placa frontal 1 en la matriz de la placa frontal 1 formando carburo de silicio. Debido a los procesos de difusión que se inician entre el silicio de la placa frontal 1 y el carbono existente en el recubrimiento 6 se llega a producir una reacción de contacto mediante la formación de carburo de silicio, con lo cual se produce una unión firme del recubrimiento 6 con la placa frontal 1. Al hacerlo tiene lugar la formación de una estructura monolítica. Debido al carburo de silicio que está presente en el recubrimiento 6 se asegura que durante el proceso térmico se forma una capa superficial de alta densidad, que se puede conseguir gracias a una distribución optimizada del tamaño de grano. Mediante la elección adecuada del sistema de sustancias del barro fino se puede conseguir durante el proceso térmico que la capa que se forma no presente

porosidad, es decir ni porosidad abierta ni cerrada, y que por lo tanto el recubrimiento 6 no presente puntos defectuosos. Al final de este proceso térmico se puede pulir la placa frontal recubierta 1, empleando para ello máquinas de mecanizado adecuadas para aplicaciones ópticas.

Un reflector conforme a la invención se caracteriza por diversas ventajas.

- 5 Menores costes de fabricación: en comparación por ejemplo con la técnica de fresado relativamente complicada para la cara posterior del reflector, tal como se manifiesta en el estado de la técnica, la aplicación de la espuma de C/SiC es sencilla. La unión monolítica de la espuma con su placa frontal tiene lugar de forma sencilla durante y simultáneamente con la infiltración de Si de la placa frontal.

- 10 Es posible conseguir un peso extremadamente reducido por unidad de superficie, inferior a  $15 \text{ kg/m}^2$ , en particular inferior a  $10 \text{ kg/m}^2$ .

Debido a la estructura monolítica del conjunto del reflector no hay diferentes capas de material con diferentes propiedades térmicas, es decir que no existe el riesgo de que se produzca una separación de diferentes capas de material entre sí o se produzcan grietas debido a un comportamiento de dilatación diferente.

- 15 Mediante el empleo de una estructura de espuma porosa 2 se obtiene mejor transmisión de calor desde la placa frontal 1 al material cerámico 2, o a un medio de acondicionamiento de la temperatura (aire o líquido) que se puede conducir al material cerámico 2 para pasar a través de este. Si se trata de evacuar calor que ha sido aportado a la superficie del reflector en la placa frontal del reflector 1 debido a la aparición de unas potencias de radiación elevadas, entonces puede efectuarse en particular una refrigeración activa, por ejemplo mediante aire insuflado por la parte posterior o por un medio de refrigeración líquido introducido. El resultado es por ejemplo que la transmisión de calor al aire 10 soplado a través de una estructura de espuma 2 es 10 veces mayor que en el caso de una estructura de reflector sin espuma o sin un material poroso comparable. Esto sucede porque la superficie interna de la estructura de espuma 2 es mucho mayor que la superficie que puede ser rodeada por el aire o por un refrigerante similar si no existe estructura de espuma 2 u otra estructura porosa similar.

- 25 Se evita el efecto Quilting (es decir efecto de edredón acolchado). El efecto de edredón acolchado que ya se ha descrito que es típico de las estructuras convencionales con nervios de apoyo se puede evitar en una realización del material cerámico como estructura de espuma porosa, tal como resulta evidente.

El reflector ligero descrito enteramente cerámico de C/SiC puede emplearse en particular como elemento para instrumentos ópticos, por ejemplo telescopios o similares, por ejemplo en la técnica de los viajes aeroespaciales.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Reflector, comprendiendo un material cerámico (2) de bajo peso por unidad de superficie, estando aplicado el material cerámico (2) sobre una primera superficie (4) de una placa frontal (1) cerámica preconformada de acuerdo con el contorno del reflector y unida monolíticamente con la placa frontal (1), **caracterizado porque** como material cerámico (2) está prevista una espuma de C/SiC y como placa frontal cerámica (1) una placa frontal de C/SiC, estando establecida la unión monolítica porque
- una estructura de espuma polímera se recubre con una suspensión de un material de partida cerámico que contiene silicio,
  - a continuación y para producir un producto cerámico intermedio con una estructura de espuma se piroliza con exclusión del aire,
  - después de la pirolisis se aplica el producto cerámico intermedio sobre una placa frontal de carbono/carbono (1), y
  - a continuación se realiza una infiltración de un material que contiene silicio, a temperaturas superiores a 1350°C para el establecimiento de una estructura monolítica de C/SiC a partir de una espuma de C/SiC (2) y una placa frontal de C/SiC (1).
- 10
- 15
- 20 2. Reflector según la reivindicación 1, **caracterizado porque** sobre la primera superficie (4) de la placa frontal (1) están previstas protuberancias y/o depresiones (7) de C/SiC.
3. Reflector según la reivindicación 2, **caracterizado por** estar previstas estructuras de nervios o estructuras de canales (7).
- 25 4. Reflector según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** existe un intercambio de calor entre la espuma de C/SiC (2) y un medio de acondicionamiento de la temperatura.
5. Reflector según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** sobre la espuma de C/SiC (2) se aplica una placa dorsal de C/SiC (3), y porque la placa dorsal de C/SiC (3) está unida monolíticamente con la espuma de C/SiC (2).
- 30 6. Reflector según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** sobre la placa frontal de C/SiC (1) está aplicado un recubrimiento superficial (6) apto para ser rectificado y pulido, y porque el recubrimiento superficial está unido monolíticamente con la placa frontal de C/SiC (1).
7. Utilización de un reflector según una de las reivindicaciones 1 a 6 como elemento para equipos ópticos en la técnica de la navegación aeroespacial.

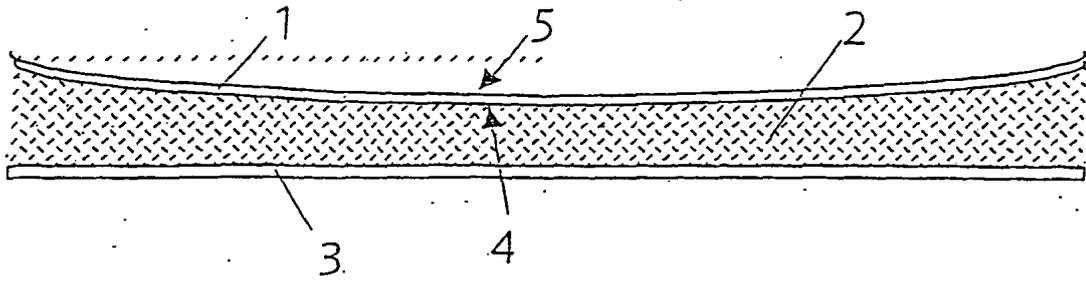


Fig. 1

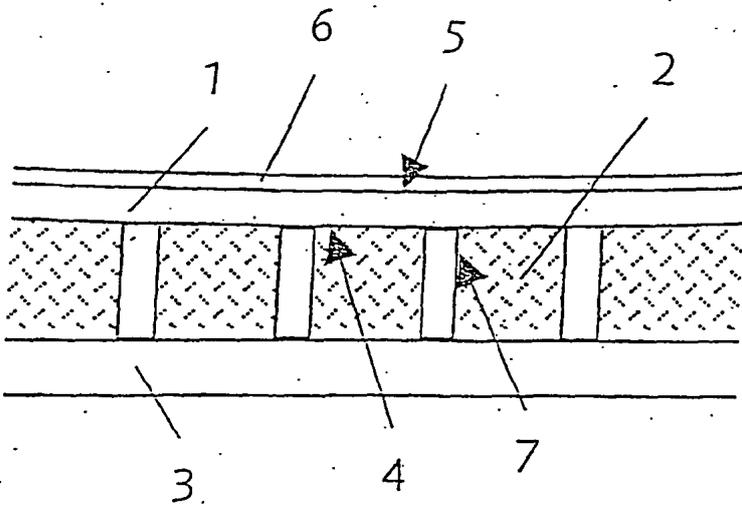


Fig. 2