



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 285 129**

51 Int. Cl.:  
**F02K 9/64** (2006.01)  
**F02K 9/97** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03733700 .3**  
86 Fecha de presentación : **28.05.2003**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1511930**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **09.03.2005**

54 Título: **Estructura de pared.**

30 Prioridad: **28.05.2002 SE 0201595**  
**28.05.2002 US 319270 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.11.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.11.2007**

73 Titular/es: **Volvo Aero Corporation**  
**46181 Trollhättan, SE**

72 Inventor/es: **Häggander, Jan**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 285 129 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

Estructura de pared.

### Campo técnico

El invento se refiere en general a una estructura de pared prevista para ser expuesta a una carga térmica. En particular el invento se refiere a una estructura de pared para uso en un componente de motor cohético.

### Arte anterior

Un motor cohético desarrolla una carga de calor considerable y las paredes de la cámara de combustión y la tobera utilizada para expandir el gas se exponen a temperaturas muy elevadas. Se precisa un enfriamiento eficiente para evitar que las paredes se fundan o de otro modo se destruyan. En motores cohéticos de propulsión líquida, o sea motores cohéticos que utilizan combustible líquido, la refrigeración se obtiene usualmente conduciendo combustible frío, por ejemplo hidrógeno o queroseno, en canales en el interior de las paredes y así utilizar el combustible como medio refrigerante.

El calentamiento del material de construcción de la pared conduce a expansión térmica del material. Con una carga de calor intensa sobre el lateral caliente de la pared y con enfriamiento simultáneo desde el interior de la pared se desarrolla en la pared un gradiente de temperatura significativo. Esto conduce a un gradiente de expansión térmica que causa un esfuerzo térmico considerable dentro de la pared, que limita la vida de servicio de los componentes cohéticos tal como la cámara de empuje, o sea la cámara de combustión y la tobera. La posición mas limitativa es la parte interna de la pared en la cámara de combustión, o sea el lateral caliente de la pared situado entre los canales de refrigeración y la superficie de pared frente a la cámara de combustión.

Motores cohéticos reusables y no reusables precisan resistir una carga térmica. Los motores cohéticos reusables también precisan resistir una exposición repetida a una carga térmica cuando experimentan una pluralidad de aterrizajes, o sea estos motores precisan tener una larga vida de fatiga de ciclo bajo. Contra mejor es la resistencia para rebajar las cargas de fatiga del ciclo mas veces pueden ser utilizados.

El esfuerzo total de la parte interna de la pared depende del gradiente térmico a través de esta parte de la pared y también sobre el gradiente térmico a través de toda la pared, desde el lateral caliente al lateral frío. Con el descenso del esfuerzo puede extenderse la vida de servicio. Un bajo esfuerzo en la parte interna de la pared también conduce a un esfuerzo inferior en la parte externa de la pared puesto que las fuerzas en las paredes son cada otra fuerza y fuerza de reacción.

Usualmente el combustible es hidrógeno. Surge una complicación cuando se utiliza hidrógeno como medio de refrigeración ya que los materiales metálicos son con frecuencia sensibles a la exposición de hidrógeno que comunmente resulta en una resistencia del material reducida. Esto limita la opciones en la elección del material.

Materiales con alta conductividad térmica reduce el gradiente térmico y así la fatiga térmica. El cobre y el aluminio son materiales con alta conductividad térmica pero el uso de estos materiales es limitado puesto que pueden excederse la temperatura de operación mas alta permitida en fases de ciclo de vuelo en donde no está disponible el refrigerante tal como en la fase de reentrada. Materiales con baja expansión térmica

reducen también la fatiga térmica en la estructura de pared. Sin embargo, es difícil hallar materiales de baja expansión térmica que también sean dúctiles, resistentes a la exposición a hidrógeno y apropiados para elaboración.

Se ha propuesto una serie de diferentes estructuras de pared en el arte anterior. En una estructura el medio refrigerante se conduce a través de tubos con una sección transversal circular que se sueldan juntos paralelos entre sí. Esta construcción es flexible en una dirección perpendicular al eje longitudinal de los tubos en que la expansión térmica puede absorberse por deflexión de los tubos que puede tomar una forma en sección transversal oval. Sin embargo, la construcción es rígida en la dirección axial de los tubos. Otro inconveniente es que la topología sinuosa de la construcción conduce a temperaturas muy altas en unos calientes y las crestas de los tubos en el lateral caliente de la pared.

En otra estructura tubos con una sección rectangular se sueldan entre sí sobre el lateral frío, el lateral externo, de la pared. Esta estructura no tiene partes que resalten del lateral caliente de la pared. Además la construcción facilita la formación de una distancia entre los tubos en el lateral interno de la pared durante el periodo de refrigeración puesto que los tubos se unen solo en el lateral externo de la pared. Esto reduce la fatiga térmica durante el enfriamiento. Sin embargo, puesto que se forman distancias entre los tubos la pared interna no será lisa, o que conduce a una fricción aumentada y así una velocidad de llama media reducida.

Otro ejemplo es una estructura llamada sandwich en donde una placa primaria se proporciona, por ejemplo mediante fresado, con canales refrigerantes y se suelda una placa secundaria a la placa primaria como una cubierta sobre las canales refrigerantes. En una construcción de esta índole la pared interna es continua en dirección tangencial y por consiguiente la estructura proporciona muy poca flexibilidad para reducir el esfuerzo que surge de la expansión térmica.

Se conoce también por el arte anterior el proporcionar la pared interna con un recubrimiento de barrera térmica utilizando un material con baja conductividad térmica, tal como material cerámico, para aislar la estructura metálica portadora de carga. La baja conductividad térmica de este material tiene el efecto de que la temperatura en el recubrimiento aumente para una carga térmica constante. Debido a la expansión térmica el recubrimiento se cargará fuertemente en compresión y, junto con la alta carga térmica, esto conduce a la deslaminación del recubrimiento. Un inconveniente general con estos recubrimientos de barrera térmica en, por ejemplo, aplicaciones a motores cohéticos, es que el componente recubierto adquiere un peso adicional.

La US 3.897.316 describe una pared compuesta para una cámara de empuje regenerativamente enfriada de un motor cohético de propulsión por líquido. La pared compuesta comprende un componente de pared externo que actúa como el caparazón estructural de la cámara de empuje, comprendiendo un componente de pared medio pasos de refrigerante y un componente de pared interna de alta conductividad térmica. El componente de pared interna delimita pasos de refrigerante.

### Descripción del invento

El objeto principal del presente invento es propor-

cionar una estructura de pared que resista una carga térmica intensa y que tenga una vida de servicio mas prolongada en comparación con el arte anterior. Este objeto se obtiene con las características contenidas en la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes contienen unas realizaciones ventajosas, otros desarrollos y variantes del invento.

El invento se refiere a una estructura de pared prevista para exponerse a carga térmica, que comprende por lo menos dos capas: una primera capa y una segunda capa, disponiéndose dicha segunda capa mas próxima a una fuente de dicha carga térmica que dicha primera capa, y estando dispuestas dichas capas de modo que se permite que el calor sea conducido desde la segunda capa a la primera capa, en donde cada una de dichas primera y segunda capas son aptas para comportar una porción significativa de una carga estructural, y la segunda capa exhibe superior conductividad térmica y/o una expansión térmica inferior que la primera capa. Este diseño tiene el efecto ventajoso de que reduce la fatiga térmica y sus efectos en la estructura de pared que a su vez prolonga la vida de servicio. En resumen esto puede explicarse como sigue: La primera característica, o sea que ambas capas pueden comportar una carga estructural, tiene el efecto de que el espesor de la pared puede mantenerse a un mínimo, o sea, no es necesario aumentar el espesor de la pared precisamente porque la estructura comprende dos capas. La segunda característica puede dividirse en dos: i) una conductividad térmica superior en la segunda capa rebaja los niveles de temperatura y el gradiente de temperatura en la estructura de pared. Debido a que la fatiga térmica depende de la temperatura y la expansión térmica del material, esto rebajará los valores absolutos de la fatiga térmica y hará que el perfil de fatiga a través de la estructura de pared sea mas uniforme, ii) Una expansión térmica en la segunda capa reduce la expansión en la parte mas caliente de la estructura lo que reduce la fatiga térmica mas extrema y conduce a un perfil de fatiga térmica mas uniforme. El descenso de los valores de fatiga y un perfil de fatiga mas uniforme tienen un efecto favorable sobre la vida de servicio de la estructura de pared.

Otra ventaja de utilizar capas para soportar la carga estructural es que no adiciona a la construcción "peso muerto", como es, por ejemplo, el caso con recubrimientos de barrera térmica. En adición, la ausencia de recubrimiento de barrera térmica hace que las partes que comportan carga de la estructura de pared sean accesibles para inspección. Otro efecto ventajoso de niveles de temperatura en descenso es que conduce a propiedades de material mejoradas, tal como superior resistencia estructural.

El invento incluye una estructura de pared que comprende canales de refrigeración que se sitúan en un lateral de la segunda capa que es opuesto a la de dicha fuente térmica, siendo aptos dichos canales de refrigeración para refrigerar caudal directo del medio. Además un diseño de esta índole hace posible utilizar un material sensible al hidrógeno en la segunda capa también en situaciones en donde se utiliza hidrógeno como un medio refrigerante.

En una primera modalidad ventajosa del invento la segunda capa exhibe una conductividad térmica superior y una expansión térmica inferior que la primera capa. De este modo los efectos ventajosos de cada una de estas propiedades de material puede interactuar y

formar un diseño aún mejor.

En una segunda modalidad ventajosa del invento dichas canales de refrigeración se disponen en conexión a la primera capa, de preferencia dichas canales refrigerantes se sitúan por lo menos parcialmente dentro de la primera capa. Esta organización proporciona un diseño favorable.

Una tercera modalidad ventajosa del invento la primera capa se forma esencialmente a partir de un primer material metálico, y la segunda capa se forma, esencialmente, a partir de un segundo material metálico, teniendo dicho segundo material metálico una conductividad térmica superior y/o una expansión térmica inferior que el primer material metálico. Debido a que el metal es un material de construcción apropiado esto proporciona una construcción favorable.

Una cuarta modalidad ventajosa del invento la segunda capa contiene partículas de cerámica. De este modo la expansión térmica de la segunda capa puede reducirse mas.

#### Breve descripción de los dibujos

El invento se describirá con mayor detalle con referencia a los dibujos siguientes, en donde:

La figura 1 muestra una modalidad ventajosa del invento,

La figura 2 muestra esquemáticamente el efecto ventajoso del invento en un diagrama de temperatura.

La figura 3 muestra esquemáticamente el efecto ventajoso del invento en un diagrama de fatiga.

#### Descripción detallada del invento

La figura 1 muestra una modalidad ventajosa del invento en ton de una estructura de pared 2 forma una cámara de propulsión 1. Como se muestra en la parte ampliada de la figura 1 la estructura de pared 2 comprende una primera capa 5 y una segunda capa 6. La segunda capa 6 se sitúa sobre un lateral caliente 8 de la estructura de pared 2, o sea el lateral de la estructura de pared 2 que se enfrenta a una fuente de calor que, por lo menos ocasionalmente, expone la estructura de pared 2 a una carga térmica. En este caso la fuente de calor es gases calientes en el interior de la cámara de propulsión. La primera capa 5 esta provista con canales de refrigeración 7 que aptos para caudal directo de un medio refrigerante.

Cada una de las capas 5, 6 comporta una porción significativa de una carga estructural. En la modalidad mostrada en la figura 1 las dos capas 5, 6 tienen propiedades de resistencia similares lo que significa que el espesor total de la estructura de pared 2 no ha de aumentarse por el motivo de que la construcción comprenda dos capas. Principalmente si el espesor de la capa secundaria 6 se aumenta según cierto valor el espesor de la primera capa 5 puede disminuirse en un valor igual. Además las dos capas 5, 6 se unen entre sí de modo que el calor puede conducirse de una capa a la otra, y la segunda capa 6 exhibe una conductividad térmica superior y una expansión térmica inferior que la primera capa 5.

La carga estructural es comportada por la estructura en forma de esfuerzos. El origen de las cargas en la estructura puede ser, por ejemplo, presión, fatiga térmica, fuerzas de masas (o sea aceleración) y fuerzas mecánicas en interfases. Al decir que cada una de las capas 5, 6 son aptas para comportar una porción significativa de una carga estructural se entiende que ambas capas 5, 6 contribuyen al soporte de la estructura. Esto contrasta con el arte anterior antes citado en donde la pared interna está provista con un recubrimiento de

barrera térmica que no comporta una porción significativa de la carga estructural.

A medida que la temperatura se eleva en la cámara de propulsión 1, o sea cuando la carga térmica se aplica a la estructura de pared, la temperatura se eleva en la estructura de pared 2 y se desarrollará un gradiente de temperatura en la estructura de pared 2. Naturalmente las temperaturas mas altas de la estructura de pared se encontrarán en las partes mas externas de la segunda capa 6 que están situadas mas próximas a la fuente de calor. En la dirección hacia los canales de refrigeración 7 y el otro lateral 9, refrigerante, de la estructura de pared 2, la temperatura decrecerá gradualmente. El mayor gradiente de temperatura, o sea el perfil de temperatura mas escalonado, en la estructura de pared 2 se encontrará naturalmente en la parte entre el lateral caliente 8 y los canales de refrigeración 7 a través de los cuales fluye un medio refrigerante. A una parte de esta índole se le ha dado la referencia 10 en la figura 1.

En general el material de construcción se expande cuando aumenta la temperatura. Contra mayor es la temperatura mayor es la expansión. En caso que esta expansión no se absorba totalmente por, por ejemplo, deformación de la construcción, esto da lugar a esfuerzo de compresión, o sea una fatiga térmica negativa, en la construcción. La fatiga térmica en cierto punto depende de la temperatura y la expansión térmica del material. Así pues un perfil de fatiga térmica en cierto material tendrá principalmente la misma forma que el perfil de temperatura. Una alta disminución de fatiga térmica disminuye la durabilidad del material. El invento rebaja la fatiga térmica en la estructura de pared, o elimina por lo menos los valores mas extremos en el perfil de fatiga térmica. Esto se describe adicionalmente a continuación.

La figura 2 muestra un diagrama de temperatura típico en la estructura de pared 2, o sea, parte 10 en la figura 1. La sección superior del diagrama representa la primera capa 5 y la sección inferior representa la segunda capa 6. Un perfil de temperatura de la parte 10 durante la exposición a una carga térmica se muestra mediante una línea continua K sobre la parte derecha del diagrama. Con el fin de mostrar claramente el efecto ventajoso del invento el perfil de temperatura para una construcción de tipo de capa simple convencional se ha añadido a la figura 2 para comparación. En esta construcción no existe segunda capa 6, por el contrario se ha aumentado el espesor de la primera capa 5 para sustituir la segunda capa 6 de modo que el espesor total sea el mismo y de modo que la parte de conjunto 10 exhiba la misma conductividad térmica y expansión térmica que la primera capa 5. Una línea de trazos L en el lateral derecho del diagrama muestra el perfil de temperatura para el tipo de construcción convencional. Como puede verse en la figura 2 el perfil de temperatura para la construcción convencional es una línea recta (línea de trazos L), mientras que para la estructura de pared 2, de conformidad con el invento tiene una inclinación ventajosa diferente en la segunda capa 6 (línea continua K) debido a la alta conductividad térmica de esta capa. Las temperaturas en la parte de alta temperatura del perfil de temperatura son así inferiores en la estructura de pared 2 de conformidad con el invento que en la construcción de tipo convencional.

Las otras líneas K' y K'' se muestran también en la figura 3. La línea K' representa un caso en donde

la expansión térmica de la segunda capa 6 es similar a la de la primera capa 5, mientras que la conductividad térmica de la segunda capa 6 es superior que la de la primera capa 5. La línea K'' representa otro caso en donde la conductividad térmica de la segunda capa 6 es similar a la de la primera capa 5, mientras que la expansión térmica de la segunda capa 6 es inferior a la de la primera capa 5. Como puede verse en la figura 3 la fatiga térmica en la estructura de pared 2 es en ambos casos inferior que en el tipo de estructura convencional (líneas de trazos L). Así pues es suficiente que la segunda capa 6 exhiba una conductividad térmica superior o una expansión térmica inferior que la de la primera capa 5 para obtener el efecto técnico ventajoso de disminuir la fatiga térmica en la estructura de pared 2 comparado con un tipo convencional de construcción. Es todavía posible obtener dicho efecto si la segunda capa 6 exhibe una conductividad térmica que sea ligeramente inferior a la de la primera capa 5, siempre que la expansión térmica de la segunda capa 6 sea suficientemente mayor inferior que la de la primera capa 5. Por contra es también posible obtener dicho efecto si la segunda capa 6 exhibe una conductividad de expansión térmica que sea ligeramente inferior que la de la primera capa 5, siempre que la conductividad térmica de la segunda capa 6 sea suficientemente mayor superior que la de la primera capa 5. Evidentemente el mayor efecto se obtiene si la segunda capa 6 exhibe una conductividad térmica superior y una expansión térmica inferior que la primera capa 5, como la modalidad del invento mostrada en la figura 1 y como se muestra mediante la línea K en la figura 3.

No es necesario que las dos capas 5,6 tengan propiedades de resistencia similares para hacer uso del invento. Así pues no es necesario que el espesor de pared combinado de la primera y segunda capas 5,6 sea igual a la de tipo de construcción de una sola capa convencional como se ha descrito antes en relación con la línea de trazos L en las figuras 2 y 3. El invento tiene un efecto ventajoso sobre la fatiga térmica también si el espesor se aumenta algo comparado con la construcción convencional, siempre que el efecto de utilizar propiedades de material diferente en la segunda capa 6 sea suficiente. Por tanto no es necesario que las dos capas 5,6 se adapten igualmente bien para soportar la carga estructural puesto que existe una posibilidad de aumentar el espesor de una o ambas de las dos capas 5,6. Sin embargo, el efecto ventajoso del invento es mas pronunciado si el espesor de pared se mantiene a un mínimo y el efecto decrece con el aumento del espesor de pared. Naturalmente la reducción del espesor de pared es importante en cualquier caso para mantener bajo el peso.

La estructura de dos capas de conformidad con el invento hace posible el uso de un primer material en la primera capa 5 y un segundo material en la segunda capa 6 y combinar así las diferentes propiedades físicas de diferentes materiales en forma ventajosa. Además de la combinación de las propiedades térmicas antes descritas el invento hace posible combinar propiedades relacionadas con, por ejemplo, costo y procesado. Un material que es apropiado para utilizarse en la segunda capa 6 debido a sus propiedades térmicas puede ser, por ejemplo, excesivamente costoso, pesado o de difícil elaboración para utilizarse a través de toda la estructura de pared 2. De conformidad con el invento un material de esta índole puede combinarse con otro material que sea menos costoso, mas

ligero y de mas fácil elaboración como para formar la primera capa 5.

Para el uso del invento no es necesario que la estructura de pared 2 esté provista con canales de refrigeración 7 o que se utilice en modo alguno un medio refrigerante previsto para esta finalidad particular, pero las ventajas del invento se mejoran en este caso, en particular si se utiliza hidrógeno como medio refrigerante. En primer lugar la presencia de una fuente de calor y un medio refrigerante da lugar a un gran gradiente de temperatura. En un caso de esta índole es particularmente importante tomar acciones para reducir la fatiga térmica en la estructura de pared. En segundo lugar determinado material puede exhibir propiedades físicas que sean muy apropiadas para utilizarse en una estructura de pared del tipo aquí expuesto, excepto que el material sea sensible a la exposición a hidrógeno. De conformidad con la modalidad del invento mostrada en la figura 1 un material de esta índole puede todavía utilizarse en la segunda capa 6 como los canales de refrigeración 7 situado a una distancia de la segunda capa 6 de modo que el material que constituye esta capa no entre en contacto con el medio refrigerante, o sea el hidrógeno.

De preferencia la primera capa 5 se forma a partir de un primer material metálico, y la segunda capa 6 se forma a partir de un segundo material metálico, teniendo dicho segundo material metálico una conductividad térmica superior y una expansión térmica inferior al primer material metálico.

Una combinación apropiada e materiales metálicos es utilizar acero inoxidable austenítico en la primera capa 5 y acero inoxidable ferriti-martensítico en la segunda capa 6. Un ejemplo es utilizar Nitronic40 en la primera capa 5 e INCO 600 o aleación Greek en la segunda capa 6. Una combinación de esta índole reduce la fatiga en la estructura de pared hasta aproximadamente el 75% de la que se produciría con solo Nitronic40 en ambas capas. Una reducción de fatiga aún superior puede obtenerse utilizando Nitronic40 en la primera capa 5 y níquel puro en la segunda capa 6.

Una reducción de la fatiga en el 75% prolonga de modo significativo la vida de servicio, aproximadamente tres veces mas. En lugar de extender la vida de servicio puede utilizarse una fatiga reducida para simplificar la fabricación, por ejemplo aumentando tolerancias o reduciendo el número de canales de refrigeración, y reduciendo así los costos de fabricación.

Un espesor típico de la parte 10, o sea una longitud típica de la distancia entre el lateral caliente 8 a las canales de refrigeración 7, se encuentra en la gama de 0,6 a 0,9 mm. De preferencia el espesor de la segunda capa 6 es de alrededor de la mitad del espesor de la parte 10, o sea entorno de 0,4 mm.

En otro desarrollo de la modalidad del invento de conformidad con la figura 1 la segunda capa 6 contiene partículas de cerámica con el fin de disminuir adicionalmente la fatiga térmica. En general un material cerámico exhibe una baja expansión térmica comparado con un material metálico y mezclando este material en la segunda capa 6 se reduce la expansión térmica de la segunda capa 6. Muchos materiales cerámicos exhiben también propiedades de conductividad térmica de satisfactorias a excelentes. En caso de que la conductividad térmica del material cerámico sea baja es limitada la cantidad de material cerámico que puede mezclarse en la segunda capa 6 sin perder el

efecto térmico ventajoso. Una fracción muy grande de material cerámico en la segunda capa 6 conduciría a una reducción considerable en la capacidad de la segunda caspa 6 para comportar la carga estructural. En este caso el espesor de pared debe aumentarse lo que afecta el perfil de fatiga térmica y adiciona peso a la estructura de pared 2. En ciertas situaciones puede permitirse un aumento del espesor de pared siempre que las propiedades térmicas se mejoren hasta una extensión suficiente.

Un gran número de materiales cerámicos diferentes tal como óxidos, carburos y nitruros son apropiados para mezclarse en la segunda capa 6. En caso de aplicarse la segunda capa 6 sobre la primera capa 5 mediante sinterización con láser, se prefiere carburos y nitruros puesto que los óxidos absorben gran cantidad de la energía de láser. Ejemplos de materiales cerámicos apropiados son nitruro de aluminio, nitruro de titanio, carburo de aluminio, carburo de titanio y carburo de silicio. De preferencia la forma de las partículas cerámicas incorporadas en la segunda capa 6 es esférica para minimizar la concentración de fatiga en la cavidad llenada por las partículas. El tamaño de las partículas cerámicas es de preferencia mucho menor que el espesor de la segunda capa 6.

Un método preferido para la fabricación de la estructura de pared 2 de conformidad con la figura 1 se describirá ahora. El material de origen es una placa primaria y en una primera etapa del método de fabricación la placa se configura para obtener una forma apropiada, por ejemplo un cono. En una segunda etapa la segunda capa 6 se aplica a la placa primaria utilizando sinterización por láser de polvo metálico. Dicha placa primaria forma así una parte de la primera capa 5 de conformidad con la figura 1. En esta segunda etapa es importante que el espesor de la segunda capa aplicada 6 en cada punto exceda cierto valor mínimo. En una tercera etapa la segunda capa 6 se mecaniza, de preferencia mediante torneado, para obtener un espesor uniforme. En una cuarta etapa la placa primaria, o sea la parte de la primera capa 5, se rectifica a partir del lateral frío 9 de la estructura de pared 2 para formar ranuras que luego formar canales refrigerantes 7. En una quinta etapa se suelda una placa secundaria a la placa primaria, o sea a la parte de la primera capa 5, como una cubrición sobre las ranuras/canales de refrigeración 7. Utilizando el mismo material para la placa primaria y la placa secundaria estas dos placas forman conjuntamente la primera capa 5 de conformidad con la figura 1. Evidentemente es posible utilizar diferentes materiales en las placas primaria y secundaria.

En caso de deba mezclarse un material cerámico en la segunda capa 6 se mezcla de preferencia un polvo cerámico con el polvo metálico en la segunda etapa.

La sinterización con láser es una técnica ventajosa puesto que proporciona una buena adhesión a la placa primaria; dos piezas pueden integrarse virtualmente para formar una pieza. Adicionalmente la sinterización con láser forma un material denso y fuerte.

Como alternativa a la sinterización con láser es posible utilizar, por ejemplo, electrodeposición o rocío de plasma para aplicar la segunda capa 6 sobre la placa primaria. Otra alternativa es aplicar la segunda capa 6 durante la laminación de placas y así iniciar el método de fabricación a partir de un metal laminar compuesto laminado que contiene la primera y

segunda capa 5,6. Todavía otra alternativa es dar a la placa primaria una forma apropiada y utilizar revestimiento por explosión para aplicar la segunda capa 6 sobre la placa primaria. El invento no se limita a las modalidades antes descritas, sino que son posibles una serie de modificaciones dentro del marco de las reivindicaciones siguientes. Por ejemplo la estructura de pared puede comprender capas adicionales con diferentes propiedades de material. Como ejemplo la cubrición sobre las ranuras/canales de refrigeración 7 pueden obtenerse de otro material para disminuir el esfuerzo causado por el gradiente de temperatura a través de toda la pared, o sea desde el lateral caliente 8 al lateral frío 9. Puede también situarse capas adicionales contiguas o entre la primera y segunda capas

5,6. Utilizando diferentes propiedades de material en estas capas adicionales sería posible formar una estructura multicapa para disminuir adicionalmente los efectos negativos de la fatiga térmica en la pared.

5 En algunas aplicaciones puede ser ventajoso cubrir el interior de las canales de refrigeración 7 con un material que no sea sensible al medio de refrigeración.

10 Además, la estructura de pared de conformidad con el invento no se limita a componentes de motor cohético, pudiendo utilizarse también en otras aplicaciones en donde se desarrolla una carga de calor considerable tal como cámaras de combustión, motores de propulsión a chorro y turbinas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

### REIVINDICACIONES

1. Una estructura de pared (2) destinada para exponerse a una carga térmica, que comprende por lo menos dos capas: una primera capa (5) y una segunda capa (6), estando situada dicha segunda capa (6) mas próxima a una fuente de dicha carga térmica que dicha primera capa (5), y estando dichas capas (5, 6) dispuesta de modo que se permita la conducción de calor desde la segunda capa (6) a la primera capa (5), en donde cada una de dichas primera y segunda capas (5,6) son aptas para comportar una porción significativa de una carga estructura, y en donde la segunda capa (6) exhibe una conductividad térmica superior y/o una expansión térmica inferior que la primera capa (5), en donde dicha estructura de pared (2) comprende canales de refrigeración (7) que se sitúan en un lateral de la segunda capa (6) que está opuesto al de dicha fuente térmica, siendo aptos dichos canales de refrigeración (7) para el caudal directo del medio refrigerante y en donde dichos canales de refrigeración (7) se sitúan a una distancia de la segunda capa (6).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

2. Una estructura de pared (2) de conformidad con la reivindicación 1, **caracterizada** porque dichos canales de refrigeración (7) se sitúan en conexión con la primera capa (5), de preferencia dichos canales de refrigeración (7) se sitúan por lo menos parcialmente dentro de la primera capa (5).

3. Una estructura de pared (2), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque la primera capa (5) se forma esencialmente a partir de un primer material metálico, y porque la segunda capa (6) se forma esencialmente a partir de un segundo material metálico, teniendo dicho segundo material metálico una conductividad térmica superior y/o una expansión térmica inferior a la del primer material metálico.

4. Una estructura de pared, de conformidad con la reivindicación 3, **caracterizada** porque la segunda capa contiene partículas cerámicas.

5. Un componente de motor cohete (1), **caracterizado** porque comprende un a estructura de pared (2) de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

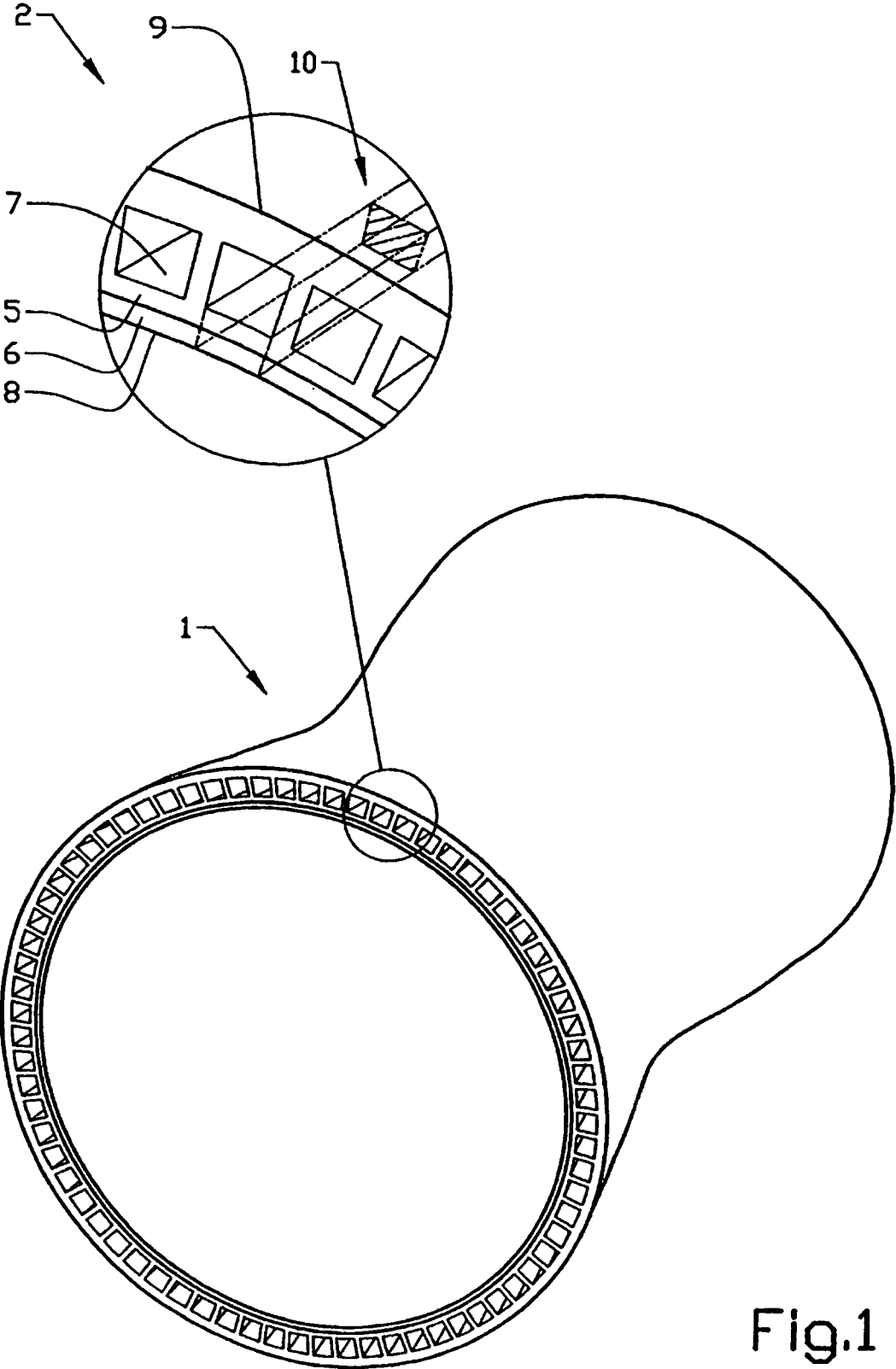


Fig.1



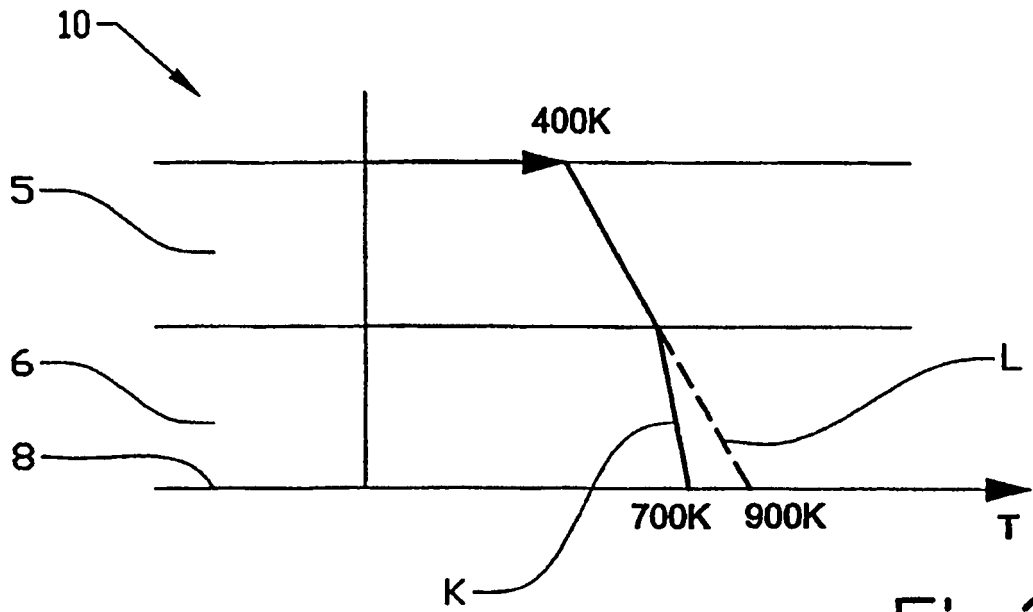


Fig. 2

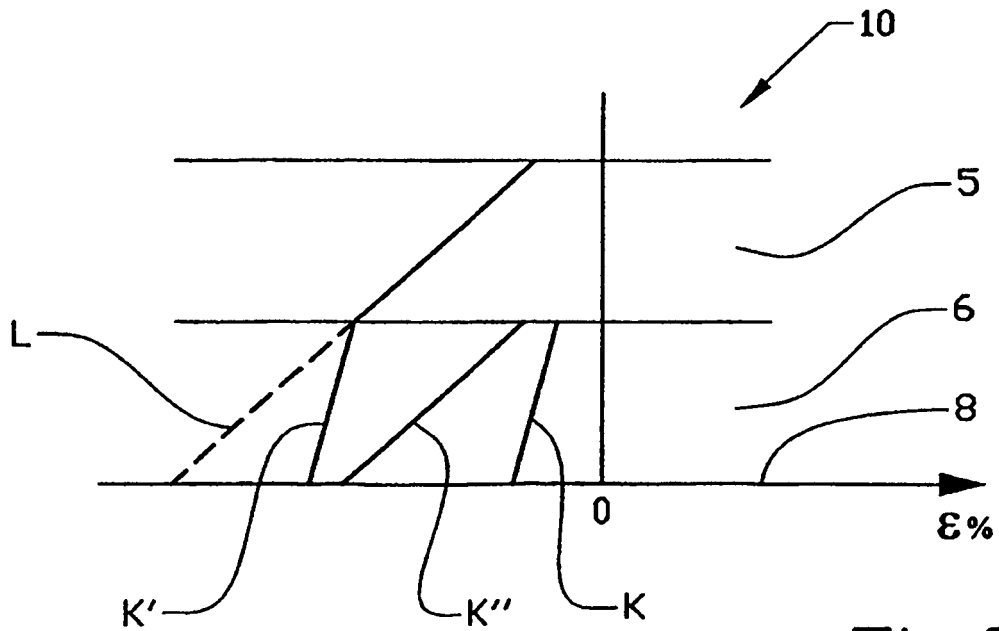


Fig. 3