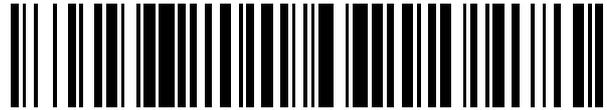


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 926**

51 Int. Cl.:

F02K 1/44 (2006.01)

F02K 1/80 (2006.01)

F01D 25/24 (2006.01)

F02K 1/82 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2009 E 09710356 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.12.2014 EP 2255086**

54 Título: **Anillo y duela de compuestos de matriz cerámica (CMC) de tobera**

30 Prioridad:

12.02.2008 US 30112

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

13.02.2015

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**BROWN, JOHN JOSEPH y
KEITH, WILLIAM P.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 528 926 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

Anillo y duela de compuestos de matriz cerámica (CMC) de tobera

5 Campo

La presente descripción se refiere a estructuras de cerámica. La descripción tiene una utilidad concreta en relación con las estructuras de cerámica para aplicaciones de alta temperatura como en motores, en concreto en toberas de escape del motor, y se describirá en relación con dicha utilidad, aunque se contemplan otras utilidades.

10 Antecedentes

Los recientes avances en la tecnología de los materiales compuestos de matriz cerámica (CMC) están abriendo nuevas aplicaciones. Tradicionalmente, estos materiales han sido muy costosos de producir y han mostrado una relativamente baja resistencia y tenacidad. Los avances recientes han reducido los costes de fabricación y mejorado la resistencia y tenacidad de estos sistemas de materiales. Estas mejoras, junto con la capacidad de los CMCs para funcionar a temperaturas elevadas hace viable la utilización de CMC para su uso en motores de aviones y otras aplicaciones de alta temperatura. Los CMCs ofrecen el potencial para los componentes de menor peso y el uso de temperaturas más altas de funcionamiento que las que pueden alcanzarse con componentes metálicos tradicionales.

20 Los CMCs y componentes metálicos que conforman un avión pueden estar sometidos a condiciones térmicas extremas, en las que la estructura debe ser capaz de soportar cargas térmicas relativamente altas en una variedad de condiciones. Zonas de los motores, en concreto, pueden estar sometidas a temperaturas superiores a 600° C (1300° F). Debido a su relación resistencia-peso y a su resistencia a las tensiones térmicas se ha incrementado la utilización de materiales CMC en las zonas indicadas. La unión de CMCs y componentes metálicos presentan un problema, sin embargo, ya que los CMCs en general tienen un coeficiente de expansión térmica (CTE) mucho menor que los metales. Esto da lugar a tensiones térmicas en las uniones entre los CMCs y los componentes metálicos, que a su vez podrían conducir al fallo del componente CMC.

30 Un componente que es de especial preocupación es la tobera de escape del motor. Generalmente, las toberas de escape del motor de un avión tienen una sección de salida fija. En el pasado la tobera de escape se hacía de metal, pero en el esfuerzo continuo para perder el exceso de peso y permitir temperaturas de gas más altas, se están investigando ahora toberas de escape del motor utilizando materiales CMC. La implementación de una tobera de CMC se enfrenta a varios retos. Las toberas se hacen generalmente de una sola pieza. Como la temperatura del motor aumenta, la interfase metálica del motor se expande a una velocidad mayor que la tobera de escape de CMC, lo que produce tensiones térmicas que pueden provocar la rotura del componente de CMC. Gradientes de temperatura a través del espesor de pared inducen también altas tensiones en un aro continuo (o anillo) de la estructura (como una tobera de escape) que limitan la capacidad estructural. Finalmente, aunque los CMCs son más resistentes a la fisuración que la cerámica monolítica, son todavía mucho más propensos a los daños que las estructuras metálicas.

40 El documento FR 2 875 854 describe un mezclador para una tobera de turborreactor de flujo separado, que comprende una cubierta de cierre para conectar dicho mezclador a la carcasa de escape de la tobera, y una estructura lobular que presenta una sucesión de lóbulos interiores y exteriores distribuidos de forma circunferencial alrededor del eje longitudinal del mezclador, estructura lobular hecha de material compuesto de matriz cerámica, y que comprende también un anillo de refuerzo que forma una conexión entre al menos alguno de los lóbulos de dicha estructura.

45 Sumario

50 En un primer aspecto de la invención se proporciona una tobera de escape de un motor como se define en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas. En un segundo aspecto se proporciona un método como se define en la reivindicación 13. De acuerdo con una realización de la presente descripción se proporciona una estructura de tobera combinada CMC/metálica que generalmente comprende una pluralidad de duelas CMC unidas a uno o más anillos de soporte metálicos dispuestos axialmente. Esta estructura se expandirá fácilmente para minimizar las tensiones térmicas debidas a las diferencias en el CTE entre el CMC y los componentes metálicos y debido a gradientes térmicos a través del espesor de pared. La estructura de tobera de la presente descripción se puede reparar fácilmente si está dañada. Como se aplica a una tobera de escape tal como para un motor a reacción, los anillos de soporte proporcionan un camino de carga entre las duelas así como una base para la fijación de la tobera de escape al motor metálico. Las duelas se fijan a los anillos soporte con un pequeño espacio entre las duelas adyacentes para acomodar el movimiento relativo debido a la diferencia en el CTE del CMC y los componentes metálicos o debido a los gradientes térmicos a través de la pared. Se requiere un sello entre las duelas para eliminar sustancialmente el flujo de gas entre duelas. Esto se puede conseguir mediante la superposición de las duelas, mediante la aplicación de un material de sello flexible en la interfaz, o por una combinación de estos métodos. La estructura de la tobera resultante es tanto más viable y menos costoso de fabricar en comparación con una pieza única de tamaño comparable, de estructura CMC.

65 De acuerdo con otra realización de la presente descripción se proporciona una tobera de escape de un motor que

comprende una pluralidad de duelas formadas de un material compuesto de matriz cerámica. Un extremo de cada una de la pluralidad de duelas está unido al motor, y la pluralidad de duelas están soportadas en forma de una tobera por al menos un anillo de soporte separado del extremo del motor de las duelas. Para duelas muy cortas, un único anillo soporte puede ser suficiente.

La presente descripción también proporciona un método para la canalización de gases de escape de un motor mediante la unión a un escape del motor de una pluralidad de duelas de tobera que tienen un coeficiente de expansión térmica (CTE) sustancialmente más bajo que el escape del motor, en la forma de un conducto de escape, tales que el conducto de escape tiene una pluralidad de duelas cerámicas que tienen un lado superior e inferior al lado de tal manera que el labio superior y el labio inferior superponen la superficie de una duela adyacente, y forma un sello con lo que se elimina sustancialmente el flujo aerodinámico entre duelas adyacentes.

Breve descripción de los dibujos

Las características, funciones y ventajas que se han comentado se pueden alcanzar independientemente en varias realizaciones de la presente descripción o se pueden combinar en otras realizaciones más detalladas que se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y los dibujos en los que números similares representan partes similares, y donde:

- La figura 1 es una ilustración de una tobera de escape de un motor de acuerdo con una primera realización;
- La figura 2 es una ilustración que muestra la tobera de escape del motor de la figura 1 con mayor detalle;
- La figura 3 es una ilustración que muestra una realización alternativa;
- La figura 4 es una ilustración que muestra una duela individual según una realización;
- La figura 5 es una ilustración que muestra una duela individual según una realización alternativa;
- La figura 6 es una ilustración que muestra una tobera de escape de motor metálica típica de un motor montado en un avión; y
- La figura 7 es una ilustración que muestra otra realización de la descripción.

Descripción detallada

En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman parte de la misma, y en la que se muestran, a modo de ilustración, varias realizaciones de la presente descripción. Se entiende que se pueden utilizar otras formas de realización y se pueden hacer cambios sin apartarse del alcance de la presente descripción.

Haciendo referencia a la Figura 1, la tobera 10 de escape del motor comprende generalmente una pluralidad de duelas 20, estando cada duela individual conectada a dos anillos de soporte, un anillo 30 de soporte delantero y un segundo anillo 40 de soporte, colocado en paralelo. El segundo anillo de soporte se muestra en medio, pero podría estar colocado en otro lugar, incluyendo el extremo de la popa del conducto. Para duelas más cortas, el segundo anillo de soporte se puede suprimir. Las duelas están hechas de un material compuesto de matriz cerámica (CMC) reforzado con fibra ya sea laminado, estructura de sándwich o combinación de laminado sólido y estructura de sándwich. Los anillos soportan las duelas y mantiene la forma de la tobera.

Haciendo referencia a la Figura 2, el anillo 30 soporte delantero incluye un conjunto 32 de fijación para unir la tobera al motor, tal como una brida 35 que se extiende hacia el exterior. Los anillos de soporte están espaciados uno del otro a una distancia para maximizar el apoyo estructural a las duelas individuales. El anillo soporte delantero debe estar hecho de un material que tiene un coeficiente de expansión térmica (CTE) similar al del material en la interfaz del motor, que en la mayoría de los aviones es metálico. Un material preferido es el INCONEL®, debido a su resiliencia a las altas temperaturas.

A las temperaturas de operación de un motor, la expansión térmica de los anillos de soporte y la interfaz del motor crea una separación entre cada duela. El diámetro de la tobera del motor, la temperatura de escape y los materiales utilizados son factores que influyen en el tamaño de la separación entre cada duela. Por ejemplo, un motor que tenga 150 cm (60 pulgadas) de diámetro de tobera, en el que los anillos de soporte son de INCONEL® y la tobera está compuesta por 28 duelas, un aumento de la temperatura desde 20° C (70° F) a 700° C (1300° F) provoca una expansión térmica de los anillos de soporte que da como resultado una separación de 0.10 cm (0.040 pulgadas) entre cada duela. El número de duelas debe elegirse para equilibrar el efecto aerodinámico global de estas separaciones, la capacidad del sello para evitar fugas entre las duelas, la distribución estructural de cargas, y la viabilidad de la fabricación de la duelas individuales.

La Figura 2 ilustra la tobera de escape de la realización mostrada en la Figura 1, con una duela omitida para ilustrar una vista detallada de la conexión entre las duelas 20 y los anillos soporte 30, 40. En esta realización, las duelas están unidas a la parte exterior del anillo 30 soporte delantero mediante un conjunto 32 de sujeción fijo y un conjunto 33 de fijación ranurado. El conjunto 33 de sujeción ranurado permite que la duela cambie su posición circunferencial en relación al anillo 30 de soporte delantero cuando el anillo soporte se expande. El anillo 30 soporte delantero incluye además un conjunto de fijación para unir la tobera al motor, tal como la brida 35 que se extiende hacia fuera que tiene agujeros 36 individuales que coinciden con los correspondientes agujeros en el cuerpo del motor. La unión se puede facilitar adicionalmente utilizando tornillos u otros conjuntos de fijación capaces de soportar grandes

cargas a altas temperaturas. La brida 35 que se extiende hacia el exterior incluye varias muescas para reducir el peso global de la tobera.

5 Alternativamente, el conjunto de sujeción del anillo soporte delantero puede estar provisto de un borde que se extiende hacia el interior de los agujeros correspondientes a los agujeros en el cuerpo del motor. Pueden existir otras configuraciones alternativas, incluyendo, pero no limitadas a la fijación de la tobera al cuerpo del motor mediante la utilización de conjuntos 32 de sujeción fijos.

10 El segundo anillo 40 de soporte se fija a la pluralidad de duelas 20 utilizando conjuntos 42 de sujeción fijos. El segundo anillo de soporte se coloca paralelo al anillo 30 de soporte delantero a una distancia seleccionada para proporcionar el máximo soporte estructural para la tobera. Para aumentar más la cantidad de rigidez proporcionada por el segundo anillo 40 de soporte, se puede incluir un borde 45 que se extiende hacia el exterior. Cuando sea necesaria una rigidez adicional, el segundo anillo soporte o el delantero pueden incluir múltiples nervios o construirse con una sección transversal que tenga la forma de una "C", "I", "J", "U" o "Z".

15 También son posibles otras disposiciones de los anillos de soporte. Por ejemplo, la Figura 3 muestra una configuración alternativa en la que las duelas 120 se sujetan a la parte exterior del segundo anillo 140 de soporte. El segundo anillo 140 de soporte está unido mediante el conjunto 142 de fijación y puede incluir un nervio para proporcionar estabilidad adicional. Puede haber aplicaciones en las que es necesario un anillo solamente, por ejemplo toberas más ligeras de peso o relativamente cortas.

20 La Figura 4 muestra una vista detallada de una duela individual. Las duelas individuales que forman una tobera pueden ser de idéntica geometría (como las mostradas) o de dos geometrías distintas (macho y hembra) que se alternan de forma circunferencial. Las duelas individuales tienen una curvatura circunferencial que coincide con la forma de los anillos de soporte, a su vez, con el cuerpo del motor. Las duelas individuales también están curvadas en la dirección axial para conformar la forma aerodinámica deseada de la tobera. Las duelas se pueden fabricar como laminados sólidos, como una construcción en sándwich o como una combinación de laminado sólido y construcción de sándwich para optimizar mejor la rigidez estructural y el esfuerzo en relación con el peso y proporcionar atenuación acústica cuando sea necesario.

25 Cuando el anillo de soporte se encuentra en una superficie aerodinámica, la duela debería incluir una ranura en la que se pueda embeber el anillo. La anchura 24 de la ranura debería ser más ancha que el anillo de soporte para evitar la transferencia de la carga a los lados de la ranura. Por el contrario, donde la aerodinámica no se ve afectada el anillo se puede ubicar contra la duela sin una ranura.

30 Como los anillos de soporte se someten a expansión térmica, las duelas se moverán en relación a los conjuntos 33 de fijación ranurados. La dirección del movimiento será alrededor de la circunferencia como se muestra por la flecha 50. Para evitar esfuerzos adicionales en las duelas debido a la expansión térmica, la turbulencia u otros fenómenos, la tobera se puede configurar para permitir una ligera rotación sobre el conjunto 42 de sujeción fijo.

35 La Figura 5 muestra una duela individual según una realización alternativa, en la que se incluyen múltiples conjuntos 133 de fijación ranurados para unir al anillo delantero. Esta configuración puede ser útil para proporcionar estabilidad a las duelas más anchas. Cada uno de los conjuntos 133 de fijación ranurados permite un cierto movimiento en una dirección alrededor de la circunferencia como se indica mediante la flecha 150.

40 La Figura 6 ilustra una tobera de escape de un motor metálica típica montada en un motor 200 a reacción en un avión 202.

45 La utilización del concepto de duela y anillo tiene varias ventajas ya sea sobre las estructuras de tobera metálica y las estructuras cerámicas monolíticas. Por ejemplo, si una única duela empieza a agrietarse, que la grieta no se propague más allá de la única duela. Además, si una duela individual se daña por cualquier motivo, que la duela individual se pueda sustituir en lugar de toda la tobera de escape. Por otra parte, la utilización de duelas individuales en vez de una tobera de escape de CMC construida de una sola pieza permite que las duelas individuales se puedan preparar en hornos más pequeños que la tobera de escape de CMC formada de una sola pieza, reduciendo de esta manera el coste global del componente de CMC.

50 Debería hacerse hincapié en que las realizaciones anteriormente descritas del presente dispositivo y el procedimiento, en particular, y las realizaciones "preferentes", son simplemente posibles ejemplos de implementaciones y se exponen meramente para una clara comprensión de los principios de la invención. Muchas realizaciones diferentes de la tobera de CMC de la duela y el anillo que se describen en el presente documento se pueden diseñar y/o fabricar sin apartarse del espíritu y el alcance de la descripción. Por ejemplo, un extremo 220 de las duelas 222 se podría fijar directamente a un componente 224 del motor, por ejemplo, como se ilustra en la Figura 7, y soportado en la forma de la tobera por uno o más anillos 226 separados de los extremos de las duelas del motor. También, se pueden incluir anillos adicionales en la configuración para proporcionar apoyo adicional.

55 Además, el concepto de duela y anillo descrito en el presente documento se puede utilizar para otras propuestas de

5 motores de avión, tales como por ejemplo, las toberas de escape de turbinas fijas u otros tipos de dispositivos de propulsión que incluye vehículos terrestres incluyendo trenes, barcos, así como cohetes y otros dispositivos de propulsión aerospacial. Todas estas y otras modificaciones y variaciones se pretende que están incluidas en el presente documento dentro del alcance de esta descripción y protegidas por las siguientes reivindicaciones. Por lo tanto, el alcance de la descripción no está concebido para limitarse excepto como se indica en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Una tobera (10) de escape del motor, que comprende:

5 un anillo (30) de soporte delantero, en el que el anillo (30) de soporte delantero incluye un conjunto de fijación para unir al motor; y un segundo anillo de soporte; y una pluralidad de duelas (20, 120, 222) formadas de un material compuesto de matriz cerámica, soportadas las duelas para mantener la forma de la tobera mediante los anillos de soporte delantero y segundo, en los que un extremo axial de cada una de la pluralidad de duelas (20, 120, 222) está unido al anillo (30) de soporte delantero, conformando la pluralidad de duelas (20, 120, 222) la forma de la tobera (10);
 10 en donde la pluralidad de duelas tienen su ranura correspondiente para recibir el segundo anillo de soporte; y donde se crea un cierre en la interfaz entre duelas (20, 120, 222) adyacentes mediante la superposición de duelas (20, 120, 222) adyacentes o mediante un cierre unido a una de las duelas (20, 120, 222) que elimina sustancialmente el flujo aerodinámico entre duelas (20, 120, 222) adyacentes.

20 2.- La tobera (10) de escape del motor de la reivindicación 1, en la que los anillos (30, 40) de soporte delantero y segundo y las duelas (20, 120, 222) están dispuestos simétricamente alrededor de un eje de la tobera (10) de escape.

3.- La tobera (10) de escape del motor de la reivindicación 1, en la que el motor se selecciona del grupo que consta de un motor de avión, un motor de cohete y una turbina.

25 4.- La tobera (10) de escape del motor de la reivindicación 1, en la que cada una de la pluralidad de duelas (20, 120, 222) es sustancialmente idéntica en tamaño y forma.

5.- La tobera (10) de escape del motor de la reivindicación 1, en la que la pluralidad de duelas (20, 120, 222) son de dos geometrías dispuestas alternativamente alrededor de la circunferencia.

30 6.- La tobera (10) de escape del motor de la reivindicación 1, en la que la pluralidad de duelas (20, 120, 222) son de construcción laminado sólido, construcción de sándwich o una combinación de laminado sólido y construcción sándwich.

35 7.- La tobera (10) de escape del motor de la reivindicación 1, en la que el anillo (30) de soporte delantero está formado de un material que tiene un coeficiente de expansión térmica similar al material que conforma el componente del motor al cual está unida la tobera (10).

40 8.- La tobera (10) de escape del motor de la reivindicación 1, en la que cada una de la pluralidad de las duelas (20, 120, 222) está unida al anillo (30, 40, 140) de soporte a través de un conjunto de fijación ranurada circunferencial.

9.- La tobera (10) de escape del motor de la reivindicación 1, en la que el segundo anillo (40) de soporte se construye teniendo la sección transversal una forma sustancialmente similar a las letras seleccionadas a partir del grupo que consta de "L", "C", "I", "J", "U" y "Z".

45 10.- La tobera (10) de escape del motor de la reivindicación 1, en la que cada una de la pluralidad de duelas (20, 120, 222) está unida a uno de los anillos (30, 40, 140) de soporte mediante un conjunto de fijación ranurado que permite a las duelas (20, 120, 222) moverse en una dirección circunferencial y en la cual cada una de la pluralidad de las duelas está unida al segundo anillo (40) de soporte mediante un segundo conjunto de unión fijo.

50 11.- Un método de canalización de gases de escape del motor desde un motor que comprende:

proporcionar un conducto de escape formado por una pluralidad de duelas (20, 120, 222) de tobera formadas de un material compuesto de matriz cerámica, proporcionar un anillo (30) de soporte delantero, y un segundo anillo (40) de soporte, en el que las duelas se soportan para mantener la forma de una tobera mediante los anillos de soporte delantero y segundo que incluyen un conjunto de fijación para unir a un motor y fijar un extremo axial de cada una de la pluralidad de duelas al anillo (30) de soporte delantero; en el que la pluralidad de duelas tienen su correspondiente ranura para recibir el segundo anillo de soporte; y donde
 55 se crea un cierre en una interfaz entre duelas (20, 120, 222) adyacentes por una superposición de duelas (20, 120, 222) adyacentes o por un cierre unido a una de las duelas (20, 120, 222) que elimina de forma sustancial el flujo aerodinámico entre duelas (20, 120, 222) adyacentes.
 60

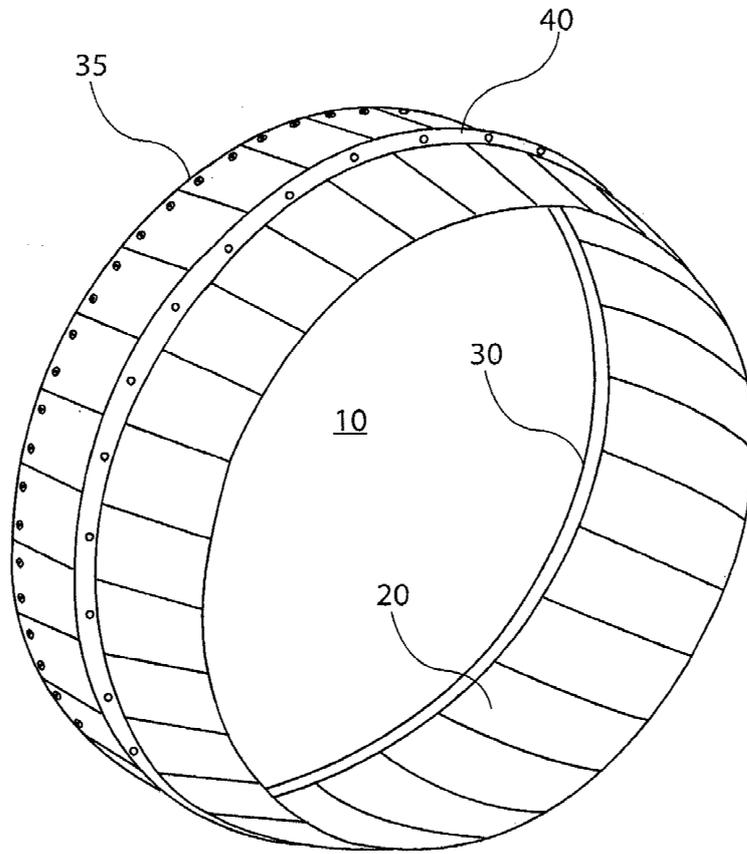


Fig. 1

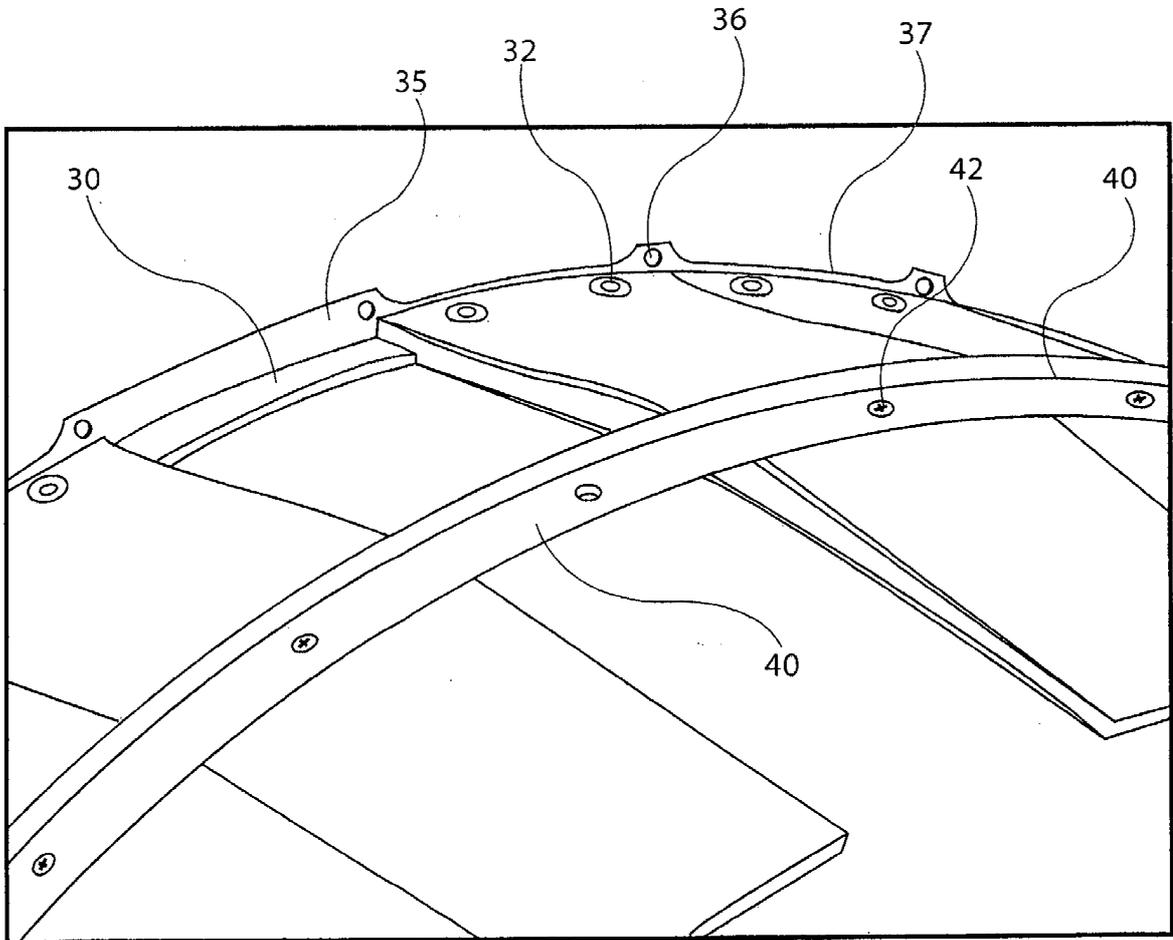


Fig. 2

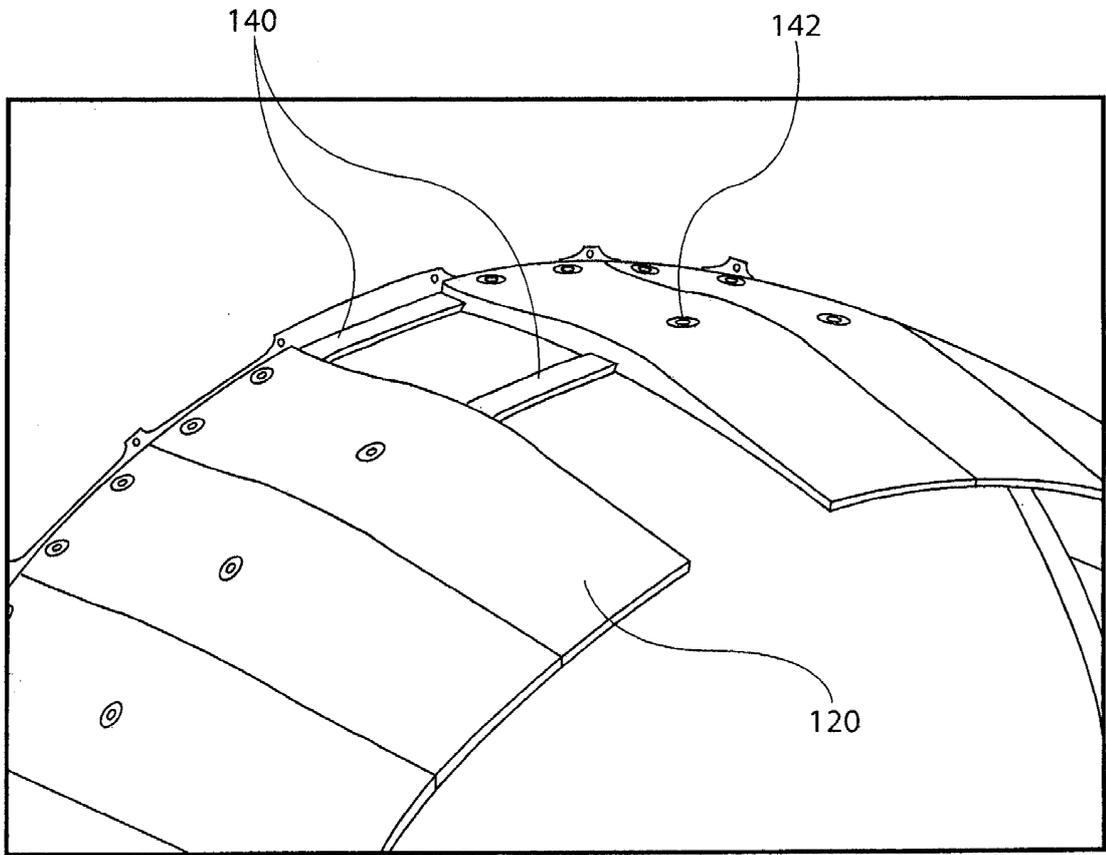


Fig. 3

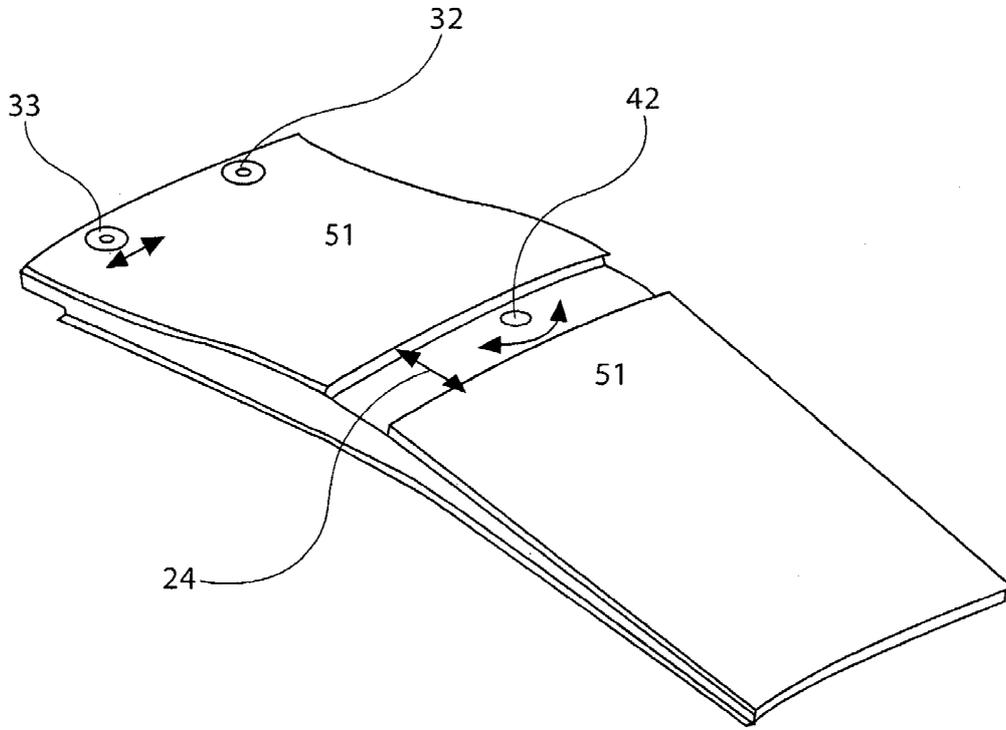


Fig. 4

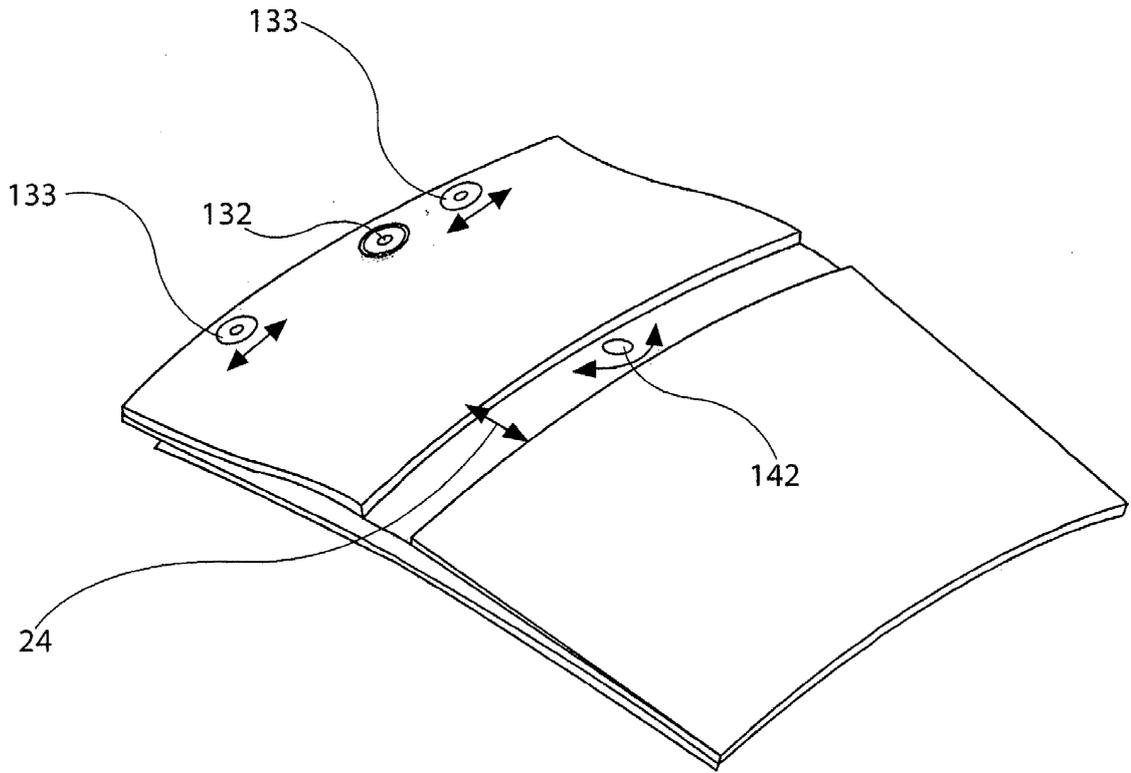


Fig. 5

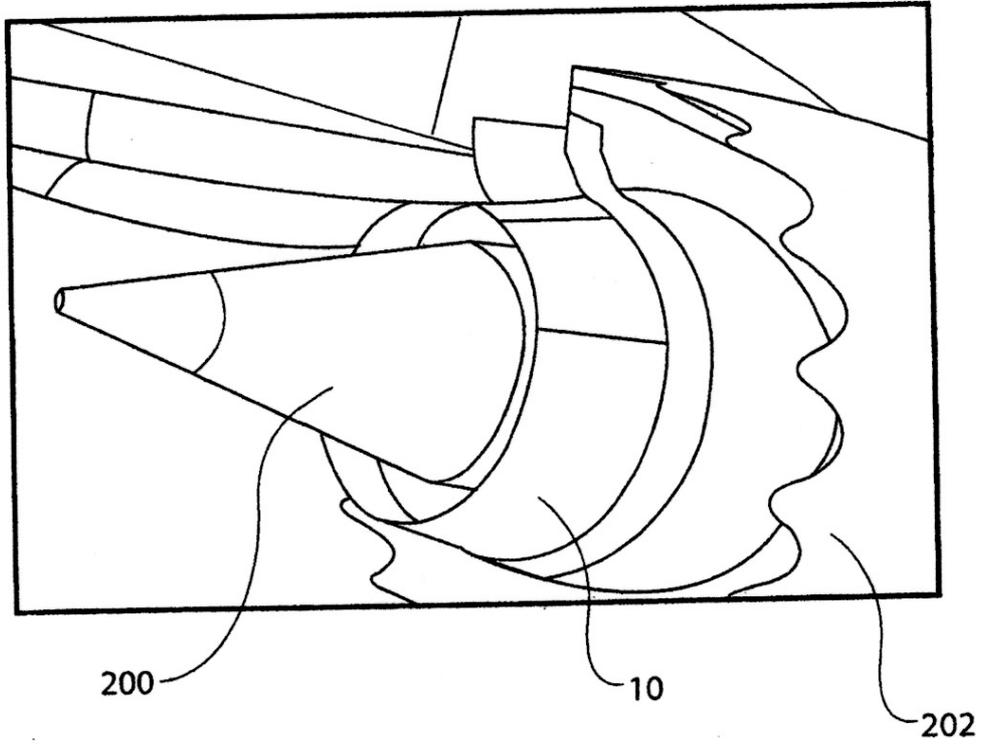


Fig. 6

TÉCNICA ANTERIOR

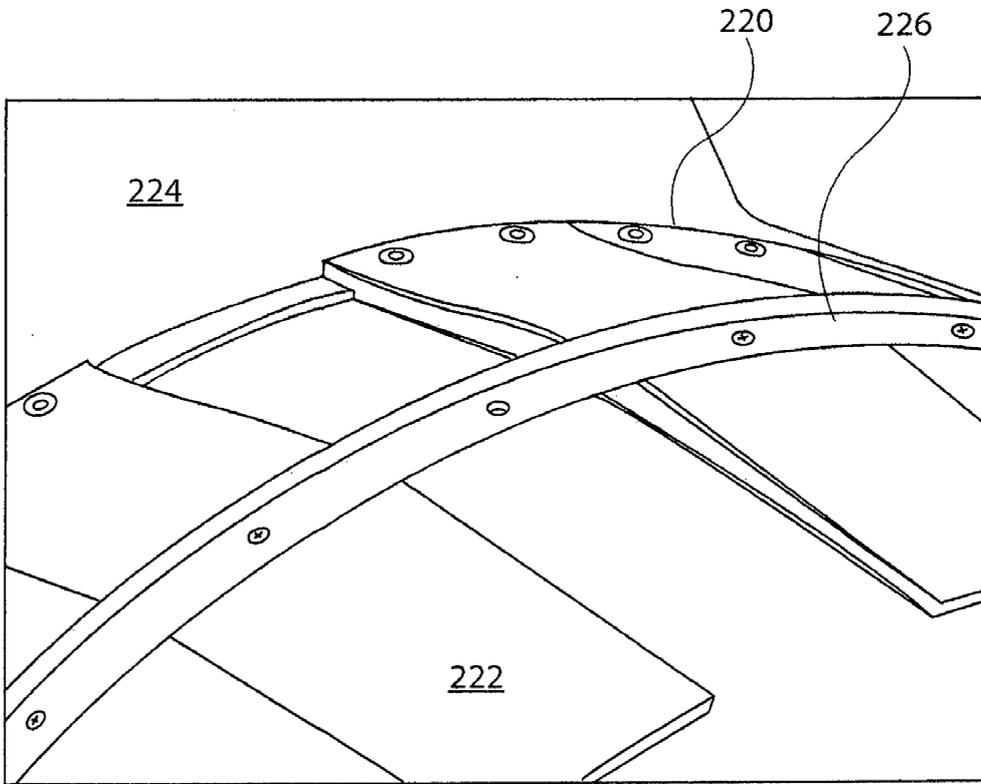


Fig. 7