



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 392**

51 Int. Cl.:
F02K 1/48 (2006.01)
F02K 1/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05800618 .0**
96 Fecha de presentación : **28.09.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1797310**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.06.2007**

54 Título: **Mezclador para tobera de flujos separados.**

30 Prioridad: **29.09.2004 FR 04 10296**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.11.2009

73 Titular/es: **Snecma Propulsion Solide
Les Cinq Chemins
33187 Le Haillan Cédex, FR**

72 Inventor/es: **Conete, Eric;
Philippe, Eric y
Baroumes, Laurent**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 329 392 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

Mezclador para tobera de flujos separados.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere al campo general de las toberas que equipan los turborreactores de aviones. La misma prevé más particularmente las toberas de flujos separados equipadas con mezcladores de flujo que permiten reducir el ruido emitido por el chorro a la salida de la tobera mejorando al mismo tiempo las prestaciones del motor.

Más precisamente, las toberas de flujos separados de turborreactores se componen generalmente de una barquilla de flujo confluyente que contiene una cubierta primaria que define un primer canal anular para la corriente de un flujo primario (o flujo caliente) salido de la cámara de combustión y una cubierta secundaria dispuesta concéntricamente alrededor de la cubierta primaria de manera que defina un segundo canal anular para la corriente de un flujo secundario (o flujo frío) que proviene del soplante.

A fin de reducir el ruido de chorro generado a la salida de dicha tobera, es conocido utilizar unos mezcladores que tienen una concepción específica para favorecer la mezcla entre el flujo primario y el flujo secundario salidos del turborreactor. Una de las concepciones más utilizadas actualmente en los turborreactores civiles es la del mezclador con lóbulos. En efecto, el mezclador con lóbulos permite obtener una cizalladura radial entre los flujos primario y secundario a fin de favorecer la mezcla entre estos flujos. Unos ejemplos de formas de realización de mezcladores con lóbulos para toberas de flujos separados se describen en particular en los documentos EP 1 141 534, US n° 5.755.092, US n° 5.924.632 y FR 2 597 157.

Sin embargo, si bien un mezclador de este tipo permite mejorar el rendimiento y las características acústicas de los turborreactores con toberas de flujos separados, provoca inevitablemente un aumento de la masa de la tobera con un impacto sobre la dinámica de conjunto del motor y sobre su conexión con el mástil del avión. En efecto, el mezclador con lóbulos está tradicionalmente realizado en material metálico, típicamente en Inconel® 625. Representa, por consiguiente, una masa suplementaria no despreciable en voladizo en el motor que provoca un aumento de la carga mecánica sobre la brida del cárter de escape de la tobera, en particular cuando tiene lugar el caso de cargas límites o extremas como la pérdida de álabe o las respuestas a disequilibrios. Esta masa suplementaria genera también un aumento de los esfuerzos en las intercaras motor/mástil.

Objetivo y resumen de la invención

La presente invención tiene por objetivo proponer una nueva concepción de mezclador con lóbulos para tobera de flujos separados que permita reducir las cargas mecánicas generadas por la presencia de dicha masa a la salida de la tobera.

Este objetivo es alcanzado debido a que, de acuerdo con la invención, el mezclador está constituido en dos partes, a saber una virola de fijación para unir el mezclador al cárter de escape de la tobera y una estructura con lóbulos destinada a mezclar los flujos salidos del turborreactor, y porque la estructura con lóbulos está realizada en material compuesto con matriz cerámica y comprende unos medios para formar una unión entre por lo menos una parte de los lóbulos de la estructura.

Así, la mayor parte del mezclador según la invención, a saber la estructura con lóbulos, está realizada en un material compuesto con matriz cerámica, lo que permite disminuir de forma significativa la masa del mezclador y, por consiguiente, la de la tobera en aproximadamente 30 a 50%.

Además, estando la estructura con lóbulos realizada en material compuesto termoestructural, presenta unas buenas propiedades mecánicas que conserva a temperatura elevada.

La unión realizada entre los lóbulos permite rigidizar y, por consiguiente, reforzar el conjunto de la estructura con lóbulos, lo que le confiere un comportamiento mecánico por lo menos igual al de los mezcladores completamente metálicos.

Se entiende por “material compuesto con matriz cerámica (CMC)”, los materiales formados por un refuerzo de fibras refractarias (carbono o cerámica) densificadas por una matriz por lo menos parcialmente cerámica. Dichos materiales CMC son en particular los compuestos C/SiC (refuerzo de fibras de carbono y matriz de carburo de silicio), los compuestos C/C-SiC (refuerzo de fibras de carbono y matriz que comprende una fase carbono, generalmente la más próxima a las fibras, y una fase carburo de silicio), los compuestos SiC/SiC (fibras de refuerzo y matriz de carburo de silicio), y los compuestos óxido/óxido.

La estructura con lóbulos puede estar formada de una sola pieza o a partir de una pluralidad de sectores ensamblados entre sí, lo que permite, en ciertos casos, facilitar la fabricación de la estructura con lóbulos y reducir los costes del recambio.

Según un aspecto de la invención, la estructura con lóbulos comprende un anillo rigidizador que está fijado en la proximidad del extremo de sus lóbulos internos. Este anillo puede ser de material metálico o de material compuesto con matriz cerámica. Puede ser fijado sobre los lóbulos internos por unas uniones atornilladas, comprendiendo el anillo entonces unos medios de perfilado para integrar cada unión de manera que limite las pérdidas aerodinámicas y asegurar el comportamiento del anillo con respecto a las cargas de pandeo.

Para compensar las dilataciones diferenciales entre la virola de fijación del mezclador de material metálico y la estructura con lóbulos de material compuesto con matriz cerámica se utilizan unas patas de fijación flexibles para fijar la estructura con lóbulos sobre la virola de fijación.

Asimismo, el capotado externo, que recibe principalmente un flujo de contorneado a unas temperaturas inferiores a las recibidas por la virola interna que recibe principalmente el flujo de gases calientes salidos de la cámara de combustión del turborreactor, puede ser fijada a la virola interna por unas patas de fijación flexibles de manera que compensen las dilataciones diferenciales entre estas dos piezas.

La presente invención tiene también por objeto un turborreactor cuya tobera de flujos separados comprende un mezclador tal como el definido anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente de modos particulares de realización de la invención, proporcionados a título de ejemplos no limitativos, haciendo referencia a los planos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un mezclador para tobera de turborreactor según un modo de realización de la invención;

- la figura 2 es una vista ampliada de una parte II del mezclador de la figura 1;

- la figura 3 es una vista en sección según el plano de corte III de la figura 2;

- la figura 4 es una vista frontal según la referencia IV de la figura 1;

- la figura 5A es una vista en sección según el plano de corte A de la figura 4;

- la figura 5B es una vista en perspectiva de una pata de fijación de la figura 5A;

- la figura 6A es una vista en sección según el plano de corte B de la figura 4;

- la figura 6B es una vista en perspectiva de una pata de fijación de la figura 6A;

- la figura 7A es una vista en perspectiva de una pluralidad de sectores utilizados para formar una estructura con lóbulos de acuerdo con otro modo de realización de la invención;

- la figura 7B es una vista en perspectiva de una estructura con lóbulos obtenida después de ensamblaje de los sectores de la figura 7A;

- la figura 7C es una vista en sección ampliada según la referencia VIIC de la figura 7B.

Descripción detallada de una forma de realización

La figura 1 ilustra un mezclador para tobera de flujos separados de turbomáquina según una forma de realización de la invención. El mezclador, que se extiende según un eje longitudinal X-X', comprende, por una parte, una virola de fijación 10 de material metálico (por ejemplo Inconel® 625) destinada a unir el mezclador al cárter de escape de una tobera de turborreactor (no representado) y, por otra parte, una estructura con lóbulos 20 en el extremo de la cual se realiza la mezcla entre los flujos gaseosos interno salido de la cámara de combustión del turborreactor (denominado también flujo caliente o flujo primario) que circula por el interior del mezclador y el flujo externo que proviene por ejemplo de un soplante corriente arriba (denominado también flujo frío o flujo secundario) que circula por el exterior del mezclador.

A fin de limitar el ruido generado en la confluencia de los dos flujos a la salida del mezclador, la estructura presenta una serie de ondulaciones que forman una pluralidad de lóbulos externos 21 e internos 22 repartidos de forma circunferencial alrededor del eje longitudinal X-X' del mezclador. De forma bien conocida, la utilización de dicha estructura con lóbulos en una tobera de mezclador flujo primario/flujo secundario permite controlar la mezcla entre los dos flujos de manera que mejore las presentaciones del turborreactor y reducir el ruido emitido por este último.

De acuerdo con la presente invención, la estructura con lóbulos 20, que es tradicionalmente de material metálico, típicamente de Inconel® 625, está en este caso realizada en material compuesto con matriz cerámica (CMC), es decir

ES 2 329 392 T3

un material formado por un refuerzo de fibras refractarias (carbono o cerámica) densificado por una matriz por lo menos parcialmente cerámica.

Para fabricar la estructura con lóbulos de la presente invención, se realiza una preforma fibrosa con fibras refractarias (carbono o cerámica) que tiene sustancialmente la forma de la estructura con lóbulos a realizar. Esta preforma es a continuación densificada, de forma bien conocida, por vía líquida y/o gaseosa.

La densificación por vía líquida consiste en impregnar la preforma por una composición líquida que contiene un precursor del material de la matriz. El precursor se presenta habitualmente en forma de un polímero, tal como una resina, eventualmente diluido en un solvente. La transformación del precursor en cerámica es realizada por tratamiento térmico, después de eliminación del eventual solvente y reticulación del polímero. Varios ciclos de impregnación sucesivos pueden ser realizados para llegar al grado de densificación deseado. A título ejemplificativo, unos precursores líquidos de carbono pueden ser unas resinas con porcentaje relativamente elevado de coque, tales como unas resinas fenólicas, mientras que los precursores líquidos de cerámica, en particular de SiC, pueden ser unas resinas de tipo policarbosilano (PCS) o polititanocarbosilato (PTCS).

El procedimiento por vía gaseosa consiste en la infiltración química en fase vapor. La preforma fibrosa correspondiente a la estructura a realizar es colocada en un horno en el cual se admite una fase gaseosa de reacción. La presión y la temperatura que predominan en el horno y la composición de la fase gaseosa se eligen de manera que permitan la difusión de la fase gaseosa en el seno de la porosidad de la preforma para formar allí la matriz por depósito, al contacto con las fibras, de un material sólido resultante de una descomposición de un constituyente de la fase gaseosa o de una reacción entre varios constituyentes. A título ejemplificativo, unos precursores gaseosos del carbono pueden ser unos hidrocarburos tales como metano y/o propano que proporcionan el carbono por craqueo, y un precursor gaseoso de cerámica, en particular de SiC, puede ser el metiltriclorosilano (MTS) que proporciona el SiC por descomposición del MTS.

Existen también unos procedimientos mixtos que comprenden a la vez unas vías líquidas y unas vías gaseosas.

La estructura con lóbulos según la invención puede ser realizada en uno de los materiales compuestos con matriz cerámica (CMC) siguientes: compuesto C/SiC (refuerzo de fibras de carbono y matriz de carburo de silicio), compuesto C/C-SiC (refuerzo de fibras de carbono y matriz que comprende una fase carbono, generalmente la más próxima a las fibras, y una fase carburo de silicio), compuesto SiC/SiC (fibras de refuerzo y matriz de carburo de silicio), y compuesto óxido/óxido.

La estructura según la invención puede ser formada directamente de una sola pieza. Sin embargo, la estructura con lóbulos puede ser también formada a partir de una pluralidad de sectores ensamblados entre sí, lo que puede ser ventajoso en ciertos casos en particular en razón de la forma compleja de la estructura a realizar.

Un modo de realización de una estructura con lóbulos sectorizada está ilustrada en las figuras 7A a 7C. Como se ha ilustrado en la figura 7A, una estructura con lóbulos 210 está realizada por ensamblaje de tres sectores 210, 220, 230 fabricados en material compuesto con matriz cerámica según uno de los procedimientos de fabricación descrito anteriormente. Cada sector está realizado separadamente (es decir realización de la preforma fibrosa y densificación), lo que permite una mayor flexibilidad en la fabricación así como en el mantenimiento. En efecto, cuando tiene lugar la fabricación, es posible definir un tamaño de sector adaptado a las capacidades de los medios de producción. Por ejemplo, el tamaño de los sectores puede ser definido en función de la capacidad de carga de los hornos utilizados para los tratamientos térmicos cuando tiene lugar la densificación, teniendo estos últimos habitualmente un diámetro de 1.000 mm. Además, según el tipo de tejido utilizado para el refuerzo fibroso, puede ser interesante dividir la preforma fibrosa en sectores de dimensiones adaptadas a la geometría de textura del tejido utilizado. Por otra parte, en caso de problema (es decir deterioro, choque, desgaste...) cuando tiene lugar la fabricación o la utilización en servicio de la estructura con lóbulos, sólo se reemplaza el o los sectores tocados.

Una vez realizados, los sectores son unidos por sus extremos de manera que formen una estructura con lóbulos unitaria 200 tal como la ilustrada en la figura 7B. Según un modo de realización, los sectores pueden ser ensamblados unos con los otros por medio de uniones remachadas. Como se ha ilustrado en la figura 7C, se superponen los extremos 211 y 231 respectivamente de dos sectores adyacentes 210 y 230, presentando cada extremo 211, respectivamente 231, una pluralidad de orificios 2110 respectivamente 2310, que cooperan entre sí una vez superpuestos los dos extremos. Se coloca a continuación en cada paso formado por dos orificios 2110 y 2310 en cooperación un remache 240 que asegura la fijación entre los sectores. Otros medios de fijación (por ejemplo uniones atornilladas, soldadura,...) pueden evidentemente ser utilizados para ensamblar los sectores entre sí.

La utilización de material compuesto con matriz cerámica para la estructura con lóbulos del mezclador de acuerdo con la invención permite disminuir la masa de una tobera de forma significativa en comparación con una tobera convencional equipada con un mezclador completamente metálico. En efecto, la utilización de una estructura con lóbulos de material compuesto con matriz cerámica más preferentemente que de metal permite disminuir la masa de la tobera en 30 a 50%. Además, los materiales compuestos con matriz cerámica son conocidos por sus buenas propiedades mecánicas y su capacidad para conservar estas propiedades a temperatura elevada. Por consiguiente, la estructura con lóbulos según la invención está constituida por un material particularmente bien adaptado para soportar

las temperaturas de los flujos generados corriente arriba en la turbomáquina y en particular las de los gases calientes salidos de la cámara de combustión (flujo primario).

Sin embargo, a fin de aumentar aquí la capacidad mecánica y la rigidez de la estructura con lóbulos de material compuesto con matriz cerámica, la estructura comprende además unos medios rigidizadores. Según un modo de realización ilustrado en la figura 1, un anillo rigidizador 30 está fijado en la proximidad de cada extremo de los lóbulos internos 22 de la estructura 20. Así, la estructura con lóbulos 20 presenta una resistencia mecánica incrementada con respecto a las cargas generadas por la corriente de los flujos salidos del turborreactor. Más precisamente, puesto que cada extremo de los lóbulos internos es solidario del anillo, la estructura con lóbulos no puede ser deformada por la corriente de un flujo ya sea interno o externo. El anillo 30 puede ser de material metálico o de material compuesto con matriz cerámica. Según una variante de la invención, el cono de escape del motor puede ser utilizado en lugar del anillo 30 como medio de rigidización de la estructura con lóbulos. En este caso, los lóbulos internos de la estructura se apoyan directamente sobre el cono de escape que desempeña la función de rigidizador.

Cada lóbulo interno está fijado al anillo por medio de una unión atornillada 40. A fin de garantizar un buen comportamiento del anillo con respecto a las cargas de pandeo y limitar las pérdidas aerodinámicas, las uniones atornilladas están integradas en unos elementos de perfilado. Más precisamente, tal como se ha ilustrado en las figuras 2 y 3, se utiliza una cala 44 sobre la parte superior del lóbulo que está perfilada de manera que limite las perturbaciones sobre la corriente del flujo externo F_{ext} . La cala 44 presenta un avellanado 441 para recibir la cabeza del tornillo 42 de la unión 40. Como se ha ilustrado en la figura 3, se evita así al tornillo 42 estar en resalte sobre la parte superior del lóbulo 22. Asimismo, por el lado inferior del lóbulo 22 que descansa sobre el anillo 30, la unión atornillada 40 está integrada en una caja perfilada 31 fijada sobre el anillo 30. La caja 31 presenta una forma aerodinámica para limitar al máximo la influencia de la unión 40 sobre la corriente del flujo interno F_{int} . La caja 31 presenta una abertura 31a que permite el paso de una herramienta de apriete alrededor de la tuerca 41 de la unión 40. Esta caja contribuye al buen comportamiento del anillo a las cargas de pandeo.

A continuación se hará referencia a la figura 4 que muestra, de acuerdo con un modo de realización de un mezclador según la invención, los dispositivos de unión utilizados para fijar, por una parte, la estructura con lóbulos 20 a la virola de fijación 10 y, por otra parte, el capotado externo 11 a la virola interna 12.

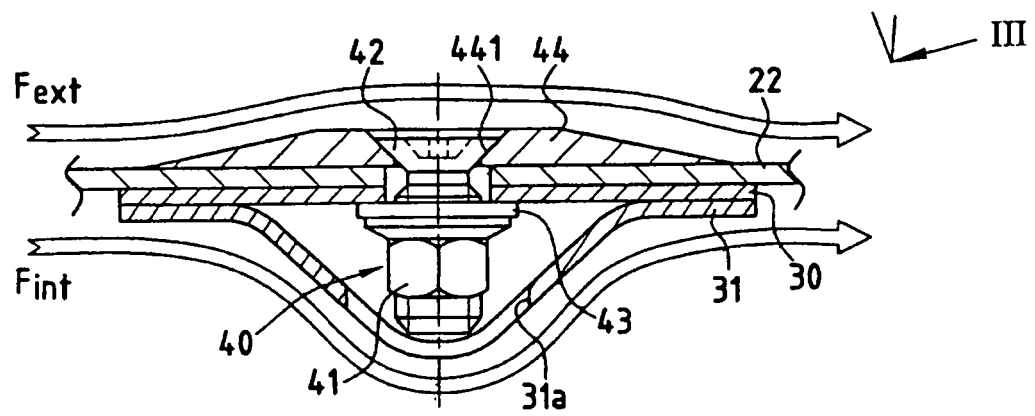
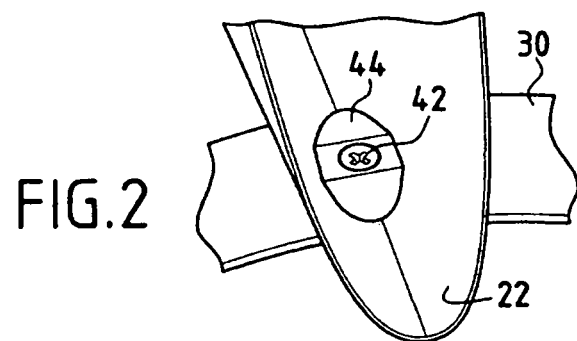
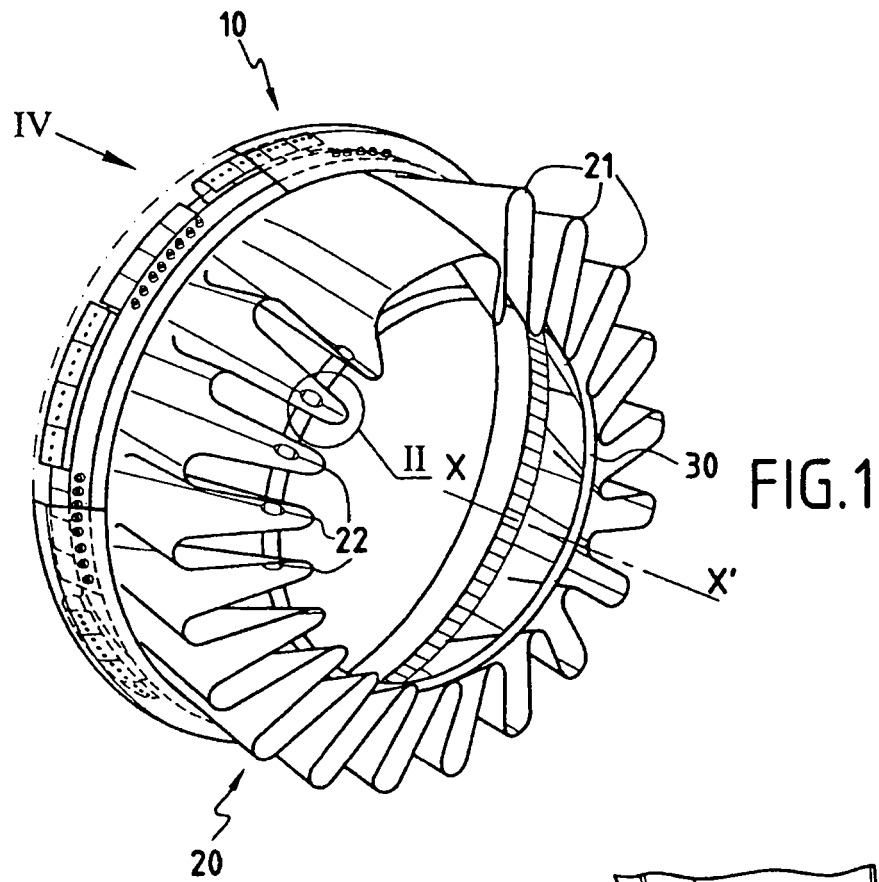
Una de las especificidades del material compuesto con matriz cerámica con el cual está constituida la estructura con lóbulos 20 es tener un bajo coeficiente de dilatación térmica con respecto al material metálico del cual están constituidas las otras piezas del mezclador como en particular la virola interna 12 sobre la cual la estructura con lóbulos 20 está fijada. Estas piezas son sometidas a unas subidas de temperatura importantes generadas por los gases de combustión del motor. También, para compensar las dilataciones diferenciales entre la estructura con lóbulos de material compuesto con matriz cerámica y la virola interna 12 de material metálico, se utilizan unas patas de fijación metálicas flexibles 13 para compensar estas diferencias de dilatación y limitar la carga mecánica inducida sobre la estructura con lóbulos. Tal como se ha ilustrado en las figuras 5A y 5B, la parte superior de las patas 13 presenta unos orificios 13c que cooperan con unos orificios 20a de la estructura con lóbulos para el paso de uniones atornilladas 132. La parte inferior de las patas 13 presenta unos orificios 13b que cooperan con unos orificios 12a de la virola interna 12, asegurando unas uniones atornilladas 131 la fijación entre estas dos piezas. Las patas flexibles 13 presentan además unas aberturas 13a para el paso de las llaves de apriete de la tornillería.

Asimismo, para la absorción de las dilataciones diferenciales entre el capotado externo 11 y la virola interna 12 que reciben respectivamente unos flujos (flujo primario y secundario) a unas temperaturas diferentes, se utilizan unas patas de fijación metálicas flexibles 14 que están fijadas, por una parte, a la virola interna 12 por unas uniones atornilladas 141 y, por otra parte, al capotado externo 11 por unos remaches 142 (figuras 6A y 6B).

Así, gracias a la concepción del mezclador según la invención, es posible reducir la masa en voladizo, lo que limita potencialmente la carga mecánica sobre la brida del cárter de escape de la tobera en caso de cargas importantes generadas por ejemplo por la pérdida de un álabe o por un desequilibrio. Por su masa aligerada, el mezclador de la invención permite también reducir los esfuerzos en las intercaras motor/mástil.

REIVINDICACIONES

1. Mezclador para tobera de flujos separados de turborreactor que comprende, según un eje longitudinal (X-X'), una virola de fijación (10) para unir dicho mezclador al cárter de escape de la tobera y una estructura con lóbulos (20) destinada a mezclar los flujos salidos del turborreactor, presentando dicha estructura una sucesión de lóbulos internos (22) y externos (21) repartidos de manera circunferencial alrededor del eje longitudinal (X-X') del mezclador, **caracterizado** porque la estructura con lóbulos (20) está realizada en material compuesto con matriz cerámica y porque comprende además unos medios rigidizadores para formar una unión entre los lóbulos internos (22) de la estructura con lóbulos que impide la deformación de dicha estructura por la corriente de los flujos salidos del turborreactor.
2. Mezclador según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la estructura con lóbulos (20) está formada en un material compuesto con matriz cerámica seleccionado de entre los materiales compuestos C/SiC, C/C-SiC, SiC/SiC y óxido/óxido.
3. Mezclador según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque comprende un anillo rigidizador (30) fijado en la proximidad del extremo de los lóbulos internos (22) de la estructura con lóbulos (20).
4. Mezclador según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el anillo rigidizador (30) es de material metálico o de material compuesto con matriz cerámica.
5. Mezclador según la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado** porque el anillo rigidizador (30) está fijado sobre los lóbulos internos (22) por unas uniones atornilladas (4), comprendiendo el anillo además unos medios de perfilado para integrar cada unión (40) de manera que limite las pérdidas aerodinámicas y asegurar el comportamiento del anillo con respecto a las cargas de pandeo.
6. Mezclador según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el anillo rigidizador (30) comprende una caja perfilada (31) para integrar la parte de las uniones atornilladas (40) en resalte en el interior del anillo rigidizador.
7. Mezclador según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado** porque las uniones atornilladas (40) comprenden cada una una cala perfilada (44) dispuesta sobre los lóbulos internos (22) para integrar la parte (42) de las uniones atornilladas en resalte sobre los lóbulos internos.
8. Mezclador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque la estructura con lóbulos (200) está formada por una pluralidad de sectores (210, 220, 230) ensamblados entre sí.
9. Mezclador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque la estructura con lóbulos está formada de una sola pieza.
10. Mezclador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la virola de fijación (10) del mezclador es de material metálico y porque la estructura con lóbulos (20) de material compuesto con matriz cerámica está fijada a dicho anillo de fijación por medio de las patas de fijación flexibles (13) de manera que se compensen las dilataciones diferenciales entre el anillo de fijación y la estructura con lóbulos.
11. Mezclador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque la virola de fijación (10) comprende una virola interna (12) que recibe principalmente el flujo de gases calientes salidos de la cámara de combustión del turborreactor y un capotado externo (11) que recibe principalmente un flujo de contorneado de temperatura inferior, estando dicho capotado externo fijado a la virola interna por medio de patas de fijación flexibles (14) de manera que se compensen las dilataciones diferenciales entre estas dos piezas.
12. Turborreactor que comprende una tobera de flujos separados, **caracterizado** porque la tobera está equipada con un mezclador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.



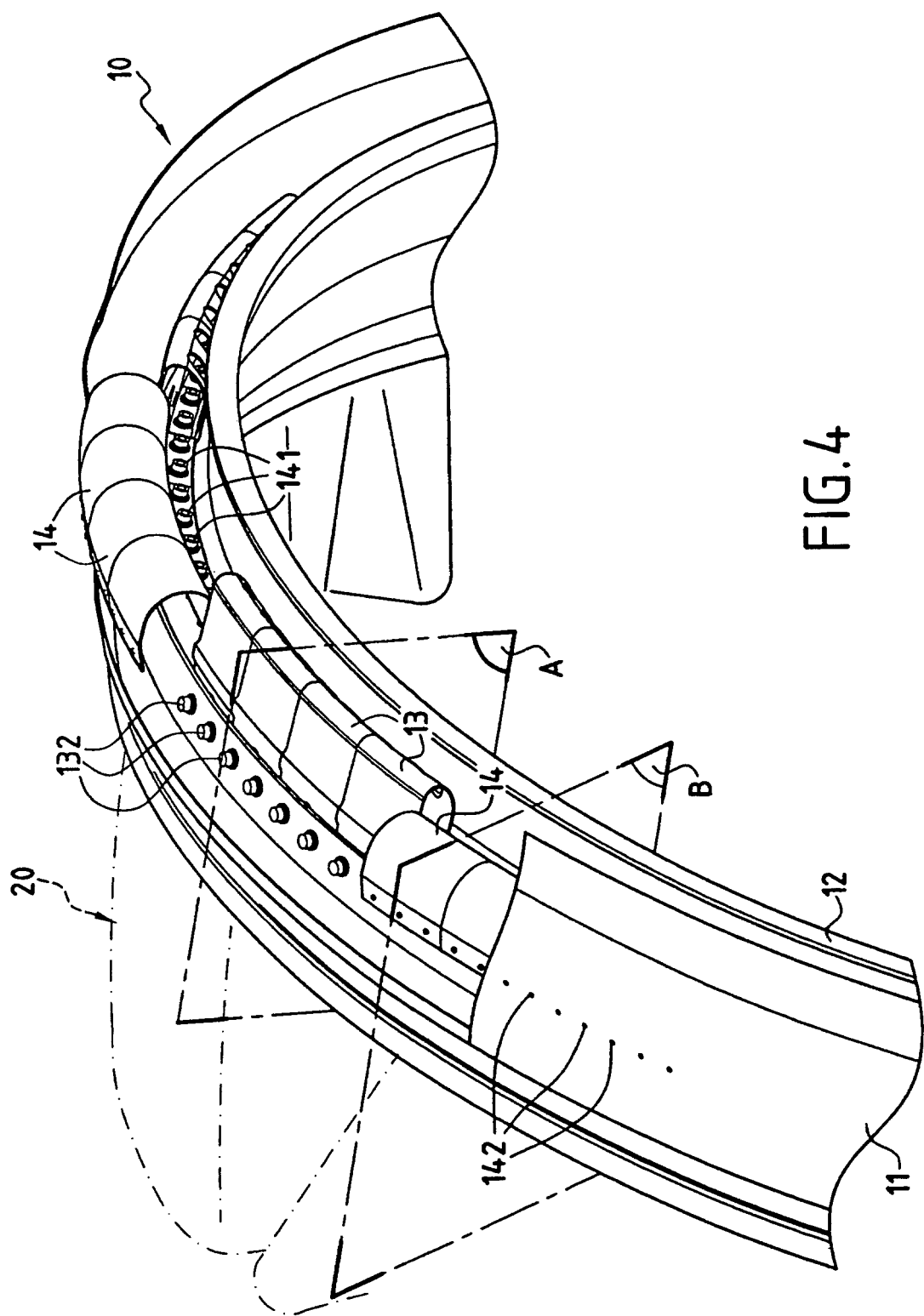


FIG.4

FIG.5A

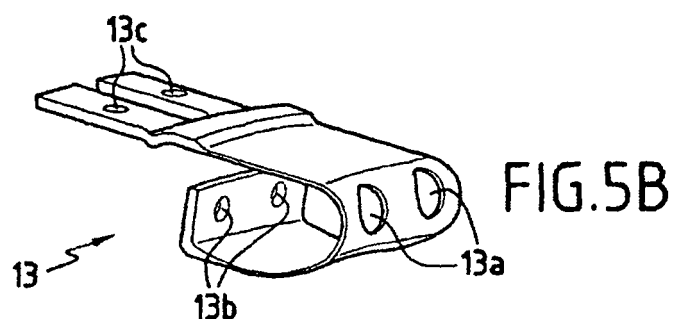
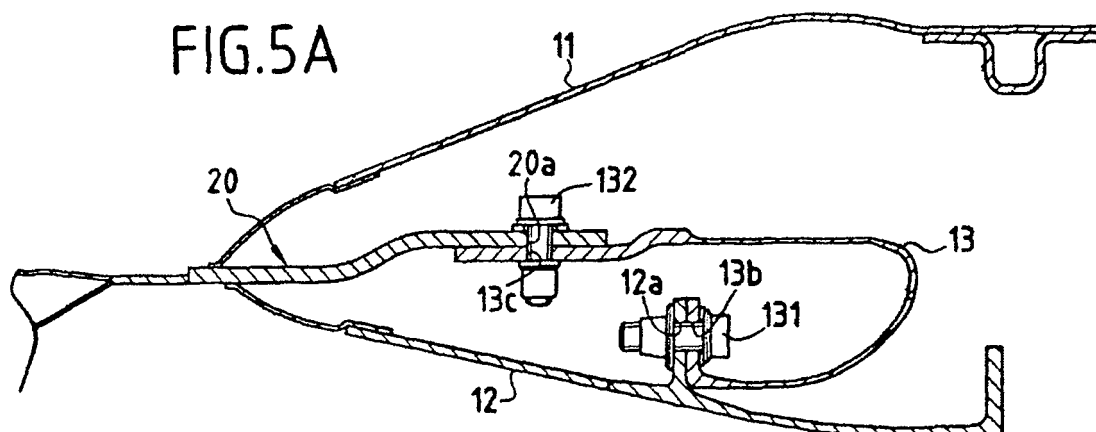


FIG.6A

