

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 049**

51 Int. Cl.:

F28F 1/10 (2006.01)

F02K 1/82 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09745932 .5**

96 Fecha de presentación: **15.04.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2288862**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2011**

54 Título: **Dispositivo de enfriamiento de una pared**

30 Prioridad:
17.04.2008 FR 0852609

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.03.2012

73 Titular/es:
Snecma
2 Bld du Général Martial Valin
75015 Paris, FR

72 Inventor/es:
Mons, Claude

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 377 049 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

Dispositivo de enfriamiento de una pared

La presente invención tiene por objeto un turborreactor para aeronave que comprende un dispositivo de enfriamiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El documento FR 2 873 167 divulga un sistema de este tipo.

5 El problema del enfriamiento de una pared se presenta, naturalmente, en numerosos ámbitos técnicos. Este es en particular el caso en los turborreactores para aeronaves en los cuales ciertas paredes pueden ser llevadas a temperaturas inaceptables y para las cuales hay que prever un sistema de enfriamiento.

10 De modo más particular todavía, la invención se refiere a un dispositivo de enfriamiento de pared que produzca un efecto de enfriamiento solamente de modo intermitente, es decir, cuando la pared alcance efectivamente su temperatura crítica.

En el caso de los turborreactores para aeronaves, el enfriamiento de tales paredes o pieles se realiza en la actualidad generalmente con la ayuda de filas de tubos o de tubos perforados capaces, cuando estos están alimentados de fluido de enfriamiento, de enfriar a la pared.

15 Un inconveniente de este sistema de enfriamiento es que necesita la colocación de estructuras particulares y de un sistema de alimentación de fluido de enfriamiento de esta estructura.

Un primer objeto de la presente invención es facilitar un turborreactor para aeronave provisto de un dispositivo de enfriamiento de una pared que sea de estructura más simple y que automáticamente produzca el efecto de enfriamiento solamente cuando la pared que hay que enfriar alcance la temperatura a la cual se la quiere mantener.

20 Para lograr este objetivo de acuerdo con la invención, el dispositivo de enfriamiento de una pared que tiene una primera cara sometida a una fuente de calentamiento y una segunda cara a lo largo de la cual circula un fluido externo a una temperatura inferior a T, para mantener la citada pared a una temperatura sensiblemente igual a la temperatura T, se caracteriza porque comprende al menos una pieza de enfriamiento que comprende una parte de fijación y una parte de enfriamiento, estando realizada la citada pieza de una aleación con memoria de forma termoconductora que tiene una temperatura de transición T, comprendiendo la citada parte de fijación medios de fijación rígida a la segunda cara de la citada pared, estando conforma la citada parte de enfriamiento para tomar por sí misma una primera posición sensiblemente paralela a la citada pared cuando la temperatura de la pared es inferior a la citada temperatura T y, si la temperatura de la pared es al menos igual a T, para tomar por sí misma una segunda posición en la cual el plano medio de la citada segunda parte forma con un plano tangente a la citada pared un diedro comprendido entre 45 y 90 grados.

30 Gracias a la utilización de piezas de enfriamiento realizadas de una aleación con memoria de forma termoconductora, el efecto de enfriamiento se produce solamente cuando la temperatura de la pared que hay que enfriar llega efectivamente a la temperatura de transición de la aleación con memoria de forma termoconductora debido a la conducción térmica entre la pared y la pieza de enfriamiento. Cuando no se llega a la temperatura, la parte de enfriamiento de la pieza de enfriamiento queda adherida contra la pared y ésta por tanto no produce ningún efecto de enfriamiento particular. Por el contrario, cuando se llega a esta temperatura, la pieza de enfriamiento pasa a su segundo estado y la parte de enfriamiento toma una angulación comprendida entre 45 y 90 grados con respecto a la pared que hay que enfriar.

40 Se sabe que existen diferentes aleaciones con memoria de forma correspondientes a temperaturas de transición diferentes. Se sabe igualmente que es posible, en una fase preliminar de entrenamiento o de preformación, someter a la pieza de material con memoria de forma a un acondicionamiento que la permite, cuando se llegue a su temperatura de transición, tomar una forma modificada definida completamente de antemano después de que esta pieza haya sido forzada un cierto número de veces. Se sabe igualmente que el cambio de forma de esta pieza puede ser realizado un gran número de veces, por ejemplo cincuenta mil veces.

45 Además, se sabe que generalmente la temperatura a la cual la pieza de aleación con memoria de forma recobra su forma inicial está desplazada una veintena de grados con respecto a su temperatura de transición. Se evita, así, un fenómeno de golpeteo en la regulación de la temperatura de la pared.

De acuerdo con un primer modo de puesta en práctica, el plano medio de la parte de enfriamiento es sensiblemente paralelo a la dirección de circulación del fluido externo.

50 En este caso, cuando la parte de enfriamiento está en su segunda posición, esta parte desempeña la función de aleta de enfriamiento que aumenta la superficie de intercambio entre la pared y el fluido externo.

De acuerdo con un segundo modo de puesta en práctica, el plano medio de la parte de enfriamiento de la pieza de enfriamiento es sensiblemente ortogonal a la dirección de circulación del fluido externo.

Se comprende que en este segundo caso las partes de enfriamiento en posición activa, provocan turbulencias en el fluido externo en la proximidad inmediata de la pared que hay que enfriar aumentando así el coeficiente de Reynolds de esta circulación y mejorando así el efecto de enfriamiento.

5 Preferentemente todavía y cualquiera que sea el modo de puesta en práctica considerado, el dispositivo de enfriamiento comprende una pluralidad de piezas de enfriamiento sensiblemente alineadas según al menos una recta perpendicular a la dirección de circulación del flujo externo.

De acuerdo con otro modo de puesta en práctica, la pared que hay que enfriar es sensiblemente de revolución y el dispositivo de enfriamiento comprende una pluralidad de piezas de enfriamiento sensiblemente dispuestas según al menos un círculo de la superficie de revolución.

10 De acuerdo todavía con otro modo de realización, las piezas de enfriamiento tienen temperaturas de transición diferentes.

Gracias a esta disposición, es posible adaptar el efecto de enfriamiento producido por el dispositivo en función de un gradiente de temperatura que puede existir en razón de la naturaleza de la fuente de calentamiento dispuesta enfrente de la primera cara de la pared que hay que enfriar.

15 Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto mejor con la lectura de la descripción que sigue de varios modos de realización de la invención dados a título de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a las figuras anejas, en las cuales:

20 - las figuras 1A, 1B, y 1C ilustran el principio de la invención, representando la figura 1A en perspectiva la pieza de enfriamiento en reposo, representando la figura 1B la pieza de enfriamiento en posición activa y siendo la figura 1C un corte según la línea C-C de la figura 1A;

- la figura 2 es una vista en corte longitudinal de un turborreactor para aeronave al cual puede ser aplicado el dispositivo de enfriamiento;

- la figura 3 es una vista en corte vertical de una pared equipada con un dispositivo de enfriamiento de acuerdo con un primer modo de puesta en práctica;

25 - la figura 4 es una vista en corte vertical de un segundo modo de puesta en práctica del dispositivo de enfriamiento;

- la figura 5 es una vista en corte vertical de un tercer modo de puesta en práctica del dispositivo de enfriamiento;

- la figura 6A es una vista de un dispositivo de enfriamiento de acuerdo con la invención que comprende una pluralidad de piezas de enfriamiento en posición de reposo;

- la figura 6B es análoga a la figura 6A pero las piezas de enfriamiento están en posición activa;

30 - la figura 7 es una vista en perspectiva de una variante de realización del dispositivo de enfriamiento de acuerdo con las figuras 6A y 6B.

- la figura 8 es una vista en perspectiva de una pared de revolución equipada con un dispositivo de enfriamiento de acuerdo con la invención;

35 - la figura 9 es una vista en perspectiva de un modo de realización de una pieza de enfriamiento utilizable en el caso de la figura 8;

- la figura 10 muestra una variante de realización del dispositivo de enfriamiento de la figura 8; y

- la figura 11 es una vista en perspectiva de otra variante de realización de la pieza de enfriamiento en posición activa.

40 Refiriéndose en primer lugar a las figuras 1A, 1B y 1C, se va a describir el principio de la invención a partir de una pieza de enfriamiento. En estas figuras, se ha representado una pared 10 que presenta una cara interna 10a vuelta hacia una fuente de calentamiento 11 y una cara externa 10b a lo largo de la cual circula un fluido de enfriamiento simbolizado por la flecha F. El problema que hay que resolver es mantener a la pared 10 a una temperatura sensiblemente igual a T, entendiéndose que el flujo de fluido F está a su vez a una temperatura inferior a T. La pieza de enfriamiento elemental 12 está constituida por una primera parte de fijación 14 y una segunda parte de enfriamiento

45 16. Estas dos partes están unidas por una zona de plegado 18.

La totalidad de la pieza de enfriamiento 12 está realizada con un material con memoria de forma cuya temperatura de transición está adaptada a la temperatura a la cual se desea mantener la pared 10. Las aleaciones con memoria de forma son bien conocidas y por tanto no es necesario describirlas aquí más en detalle. Aleaciones con memoria de forma tales como cobre-aluminio-berilio o también cobre-aluminio-níquel son bien conocidas. Para aleaciones con

memoria de forma que tienen una temperatura de transición más elevada, se puede citar la aleación renio-paladio cuya temperatura de transición es próxima a 1050 °C.

5 Como es conocido, en una fase inicial, la pieza 12 de aleación con memoria de forma es preformada o "educada" de tal manera que a su temperatura de transición, ésta toma espontáneamente la forma representada en la figura 1B. En otras palabras, la parte de enfriamiento 16 de la pieza de enfriamiento 12 en esta posición activa forma un ángulo alfa con el plano de la pared 10. Este ángulo está comprendido preferentemente entre 45 y 90 grados. La parte de fijación 14 puede hacerse solidaria de la pared 10 por cualquier medio conveniente tal como por remachado 20 o también por soldadura.

10 El funcionamiento de esta pieza de enfriamiento es simple. Cuando la temperatura de la pared 10 es inferior a la temperatura deseada T, la parte de enfriamiento 16 está en alineación con la parte de fijación 14, es decir sensiblemente aplicada contra la pared 10. La pieza de enfriamiento está por tanto inactiva. Por el contrario, cuando la temperatura de la pared 10 se eleva, por conducción térmica, la temperatura de la pieza de enfriamiento 12 se eleva de la misma manera y cuando ésta llega a la temperatura de transición T, ésta toma la forma representada en la figura 1B que hace a la parte de enfriamiento 16 activa, puesto que ésta forma entonces el ángulo α con la pared 10. El ángulo α está comprendido preferentemente entre 45 a 90 grados.

15 Es evidente que, cuando la pared 10 vuelve a tomar una temperatura inferior a T, la pieza de enfriamiento y de modo más particular su parte de enfriamiento 16 volverá a su posición inicial.

20 De modo más preciso, hay que indicar que, entre la temperatura de transición T y la temperatura a la cual la pieza de aleación con memoria de forma recobra su forma inicial, existe un intervalo de temperaturas que generalmente es del orden de 20 grados. Esta diferencia de temperatura permite tener un funcionamiento estable del sistema y evitar fenómenos de golpeteo.

Es importante subrayar que la pieza de enfriamiento no necesita ningún sistema mecánico adicional para pasar de su estado inactivo a su estado activo.

25 En la figura 2, se ha representado de modo simplificado un turborreactor para aeronaves de forma estándar. Se ha representado su virola externa 24 y la pared externa 26 del conjunto de compresión constituido por el compresor de baja presión 28 y el compresor de alta presión 30. Una parte del flujo de aire FA1 que penetra entre la pared 26 y la virola externa 24 es derivada al conjunto compresor. Una parte igualmente de este flujo de aire FA1 indicada por FA2 es derivada para entrar en contacto con la piel 32 del conjunto compresor. Este flujo FA2 sirve especialmente para enfriar esta pared 32. En esta figura, se ha representado esquemáticamente la colocación de una pieza de enfriamiento 34 que se describirá más en detalle posteriormente. Basta con indicar ahora que esta pieza de enfriamiento 34 permanece en posición de reposo en tanto que la pared 32 esté a una temperatura inferior o igual a la temperatura de transición T de la aleación con memoria de forma que haya servido para realizar la pieza de enfriamiento y que toma su posición activa cuando la pared 32 llega a esta temperatura.

En las figuras 3, 4 y 5, se han representado diferentes tipos posibles de montaje de una pieza de enfriamiento 12.

35 En el modo de puesta en práctica de la figura 3, la pieza de enfriamiento 12a está fijada a la pared 10 de tal manera que, cuando su parte de enfriamiento 16 está en posición activa, esta parte no sea paralela al flujo de fluido F. De modo más preciso, preferentemente, la zona de plegado 18 de la pieza de enfriamiento es ortogonal a la dirección del flujo de fluido F. En este caso, la pieza de enfriamiento 12a está montada inicialmente de tal manera que la parte 16 en posición elevada forma un ángulo inferior a 90 grados con la pared, comprendido preferentemente entre 45 y 75 grados y un ángulo superior a 90 grados con la dirección F del flujo de fluido de enfriamiento.

40 En el caso de la figura 5, el montaje está invertido y la parte de enfriamiento 16 de la pieza de enfriamiento 12b forma con la dirección del flujo de fluido externo un ángulo inferior a 90 grados.

45 En el caso de la figura 3 como en el caso de la figura 5, cuando las partes de enfriamiento 16 de la piezas de enfriamiento 12a y 12b están en posición activa, estas partes de enfriamiento forman remolinos R o R' aguas arriba o aguas abajo de la pieza de enfriamiento. Estas perturbaciones en la circulación del fluido de enfriamiento en la proximidad de la pared 10 modifican en esta zona el coeficiente de Reynolds y esto como es bien conocido permite mejorar el enfriamiento de la pared 10.

50 En el modo de puesta en práctica representado en la figura 4, la zona de plegado 18 de la pieza de enfriamiento 12c es paralela a la dirección de circulación del flujo de fluido de enfriamiento F y preferentemente la parte de enfriamiento 16 de la pieza de enfriamiento 12c en posición activa es ortogonal con la pared 10. Cuando la parte de enfriamiento 16 está en posición activa, es decir separada de la pared 10, la parte de enfriamiento 16 constituye el equivalente de una aleta de enfriamiento unida térmicamente a la pared 10. Esta aleta de enfriamiento permite por tanto aumentar la superficie de intercambio entre el fluido de enfriamiento y la pared 10 mejorando así el enfriamiento de ésta. De modo más preciso, si se considera la porción de superficie de la pared 10 recubierta por la parte de enfriamiento 16 cuando ésta está en reposo, esta misma superficie será multiplicada por tres cuando la parte 16 llega a su posición puesto que estas dos caras participan en el intercambio térmico.

Es evidente que una sola pieza de enfriamiento es generalmente insuficiente para producir el efecto de enfriamiento buscado y por otra parte las paredes que hay que enfriar son generalmente de revolución y por tanto es deseable que el sistema de enfriamiento presente igualmente una simetría de revolución. En el caso de las figuras 6A y 6B, el dispositivo de enfriamiento 40 está constituido por una pluralidad de piezas de enfriamiento 12a, 12b, 12c, etc. Las partes de fijación 14 de estas piezas de enfriamiento están, naturalmente, fijadas a la pared 10 que hay que enfriar previendo un intervalo e entre las partes de fijación sucesivas. Como muestran las figuras, las partes de enfriamiento 16 recubren en gran parte las partes de fijación 14 de las piezas de enfriamiento adyacentes. De modo más preciso, en reposo, la zona de plegado 18 de cada pieza de enfriamiento está curvada de tal manera que las partes de fijación 14 y las partes de enfriamiento 16 son paralelas entre sí y están desplazadas una distancia sensiblemente igual al espesor de las partes de fijación. Se obtiene, así, una densidad importante lineal de las piezas de enfriamiento. En este modo de realización, las zonas de plegado 18 de las piezas de enfriamiento 12a, 12b, etc., son paralelas a la dirección F del flujo de fluido de enfriamiento. Es evidente que en el conformado inicial de las piezas de enfriamiento, éstas son conformadas de tal manera que éstas presenten, en reposo, es decir por debajo de su temperatura de transición T, la forma representada en la figura 6A. Como se describió anteriormente y como muestra mejor la figura 6B, en posición activa, las partes de enfriamiento 16 de las piezas de enfriamiento 12a, 12b, 12c, etc., son ortogonales a la pared 10 y paralelas entre sí. Las diferentes partes de enfriamiento 16 definen canales paralelos 42 de circulación del fluido de enfriamiento.

Como ya se ha explicado con esta disposición, la superficie de intercambio entre la pared 10 y el flujo de fluido de enfriamiento queda multiplicada por tres cuando las partes de enfriamiento 16 están en posición activa tales como están representadas en la figura 6B.

En la figura 7, se ha representado otra variante de realización del dispositivo de enfriamiento que lleva la referencia general 44. De manera general este sistema está constituido por "tres capas" de elementos de piezas de enfriamiento. Cada pieza 12'a, 12'b, etc., comprende una parte de fijación 14 que es idéntica a las partes de fijación ya descritas y una parte de enfriamiento 16'. Esta parte de enfriamiento 16' está empalmada a la parte de fijación 14 por una zona de plegado 18. La parte de enfriamiento 16' comprende un primer resalto 46, una primera porción de enfriamiento 48, un segundo resalto 50 y una segunda porción de enfriamiento 52. Estos dos resaltos 46 y 50 permiten a la parte de enfriamiento 16' superponerse, por una parte, a la parte de fijación de una pieza de enfriamiento desplazada dos filas y a la primera porción de enfriamiento de la parte de enfriamiento de la pieza de enfriamiento desplazada un nivel.

Cada pieza de enfriamiento 12'a, 12'b, etc., es "educada" inicialmente para que la parte de enfriamiento 16' forme un ángulo recto con la parte de fijación 14 por pivotamiento alrededor de la zona de plegado 18. De acuerdo con los modos de realización, se puede prever que en su estado final, el segundo resalto 50 desaparezca de tal manera que la parte de enfriamiento 16' sea plana o puede preverse igualmente que el resalto permanezca.

Se comprende que, en este modo de realización, se obtenga una densidad de enfriamiento más elevada por unidad de superficie de la pared 10 que hay que enfriar. De modo más preciso, si se denomina S la superficie de la parte de fijación 14, se comprende que la superficie de intercambio térmico valdrá cuatro veces S.

Las figuras 8 y 10 ilustran piezas de enfriamiento 12 fijadas a una pared 60 que es una virola cilíndrica o de modo más preciso troncocónica. En el caso de la figura 8, en posición activa, las partes de enfriamiento son paralelas al flujo F del fluido de enfriamiento. En el caso de la figura 10, estas mismas piezas de enfriamiento 12 tienen zonas de plegado que forman un ángulo β con el eje X-X' de la superficie troncocónica que hay que enfriar 60.

En los modos de utilización representados en las figuras 8 y 10, las zonas de plegado 18 de las piezas de enfriamiento son paralelas entre sí y por tanto funcionan como aletas de enfriamiento. Sin embargo, es evidente que las piezas de enfriamiento podrían estar fijadas de tal manera que sus zonas de plegado queden dispuestas todas en una misma circunferencia de la pared que hay que enfriar. Puede igualmente haber varios "anillos" de piezas de enfriamiento desplazados según el eje de revolución de la pared.

La figura 9 muestra un ejemplo de piezas de enfriamiento 70 adaptado de modo más particular a una fijación a una superficie cilíndrica o troncocónica. La parte de fijación 14' tiene la forma de una porción de superficie cilíndrica y puede quedar fijada a la superficie cilíndrica por remaches 72 o también por pernos o por soldadura. La parte de enfriamiento 16 es idéntica a las que se han representado en las figuras precedentes, la zona de plegado 18' está conformada de tal manera que la línea de plegado L-L' sea efectivamente rectilínea, permitiendo esta zona de plegado 18' el paso de la superficie en forma de porción de superficie cilíndrica 14' a la parte de enfriamiento 16 que es plana.

En la figura 11, se ha representado todavía otra variante de realización 80 de piezas de enfriamiento. En este caso, la parte de fijación 14 es idéntica a las partes de fijación descritas anteriormente y en posición y el conjunto de la pieza ha sido "educada" de tal manera que en posición activa, la parte de enfriamiento 82 es la forma de una porción de superficie cilíndrica cuyas generatrices son paralelas a la línea de plegado L-L' definida por la zona de plegado 18.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Turborreactor para aeronave que comprende un dispositivo de enfriamiento de la cara externa de una pared (10) del conjunto compresor de éste, que tiene una primera cara sometida a una fuente de calentamiento y una segunda cara a lo largo de la cual circula un fluido externo a una temperatura inferior a T, para mantener la citada pared a una temperatura sensiblemente igual a la temperatura T, caracterizado porque el dispositivo de enfriamiento comprende al menos una pieza de enfriamiento (12) que comprende una parte de fijación (14) y una parte de enfriamiento (16), estando realizada la citada pieza de una aleación con memoria de forma termoconductora que tiene una temperatura de transición T, comprendiendo la citada parte de fijación medios de fijación rígida a la segunda cara (10b) de la citada pared, estando conformada la citada parte de enfriamiento para tomar por sí misma una primera posición sensiblemente paralela a la citada pared cuando la temperatura de la pared es inferior a la citada temperatura T y, si la temperatura de la pared es al menos igual a T, para tomar por sí misma una segunda posición en la cual el plano medio de la citada segunda cara forma con un plano tangente a la citada pared un diedro comprendido entre 45 y 90 grados.
- 10 2. Turborreactor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el plano medio de la citada parte de enfriamiento (16) en su segunda posición es sensiblemente paralelo a la dirección (F) de circulación del fluido externo.
- 15 3. Turborreactor de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque, en su segunda posición, la citada parte de enfriamiento (16) forma un ángulo sensiblemente igual a 90° con el plano tangente a la citada pared (10).
- 20 4. Turborreactor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el plano medio de la citada parte de enfriamiento (16) en su segunda posición es sensiblemente ortogonal a la dirección (F) de circulación del citado fluido externo.
- 25 5. Turborreactor de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque la citada parte de enfriamiento (16), en su segunda posición, forma un ángulo comprendido entre 45 y 75 grados con el semiplano tangente aguas abajo de la citada pieza según la dirección (F) de circulación del citado fluido externo.
- 30 6. Turborreactor para una pared sensiblemente plana, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, caracterizado porque comprende una pluralidad de piezas de enfriamiento (12a, 12b, 12c) sensiblemente alineadas según al menos una recta paralela a la dirección de circulación del fluido externo.
- 35 7. Turborreactor para una pared sensiblemente de revolución (60), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, caracterizado porque comprende una pluralidad de piezas (12) sensiblemente dispuestas según al menos un círculo de la citada superficie de revolución.
- 40 8. Turborreactor para una pared sensiblemente plana, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, caracterizado porque comprende una pluralidad de piezas (12) dispuestas según al menos una recta sensiblemente ortogonal a la dirección de circulación del fluido externo.
9. Turborreactor para una pared sensiblemente de revolución (60), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, caracterizado porque comprende una pluralidad de piezas (12) dispuestas en planos que contienen al eje de revolución de la citada pared.
10. Turborreactor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, caracterizado porque comprende una pluralidad de piezas (12) de enfriamiento dispuestas al menos en una misma línea.
11. Turborreactor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado porque las citadas piezas de enfriamiento (12) tienen temperaturas de transición T diferentes.
12. Turborreactor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 y 9, caracterizado porque la parte de fijación de cada pieza de enfriamiento tiene la forma de una porción de superficie cilíndrica y porque la parte de enfriamiento es sensiblemente plana.

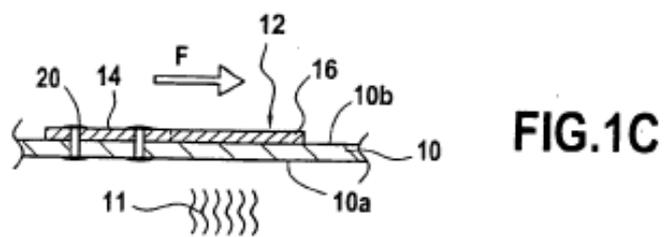
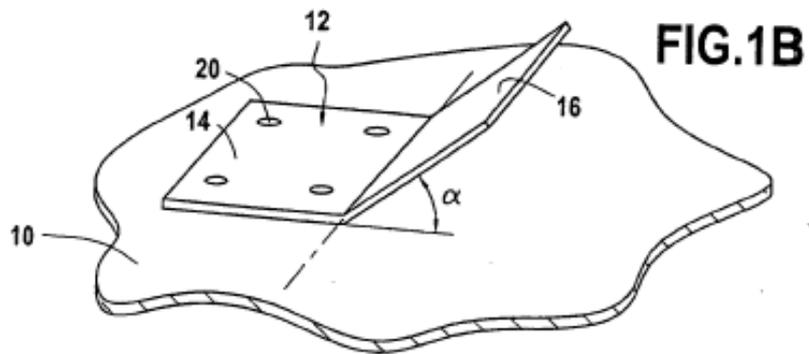
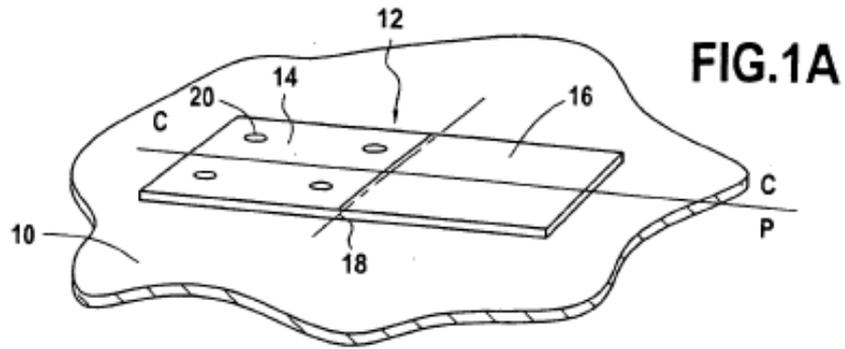


FIG.2

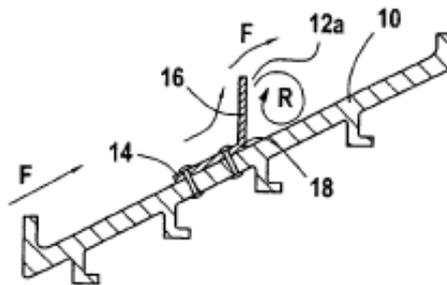
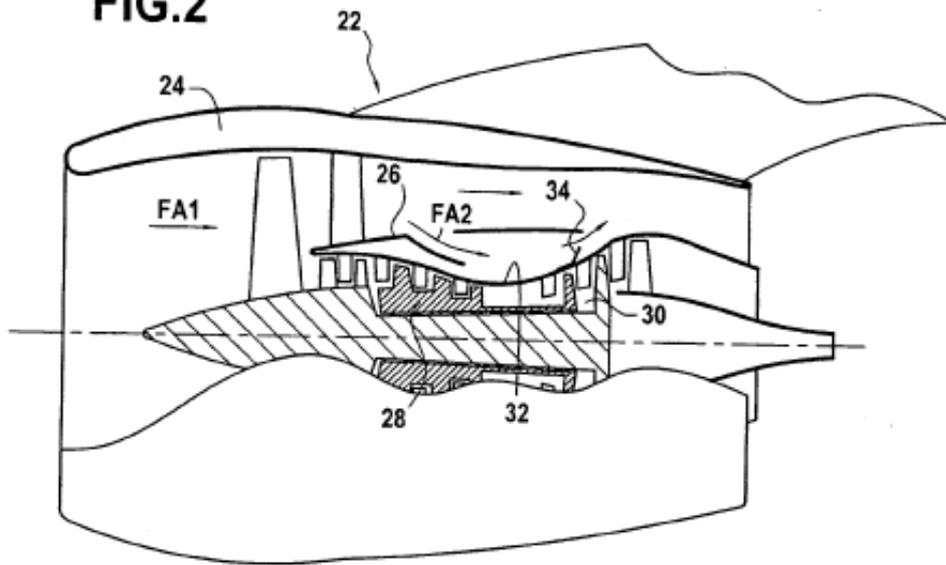


FIG.3

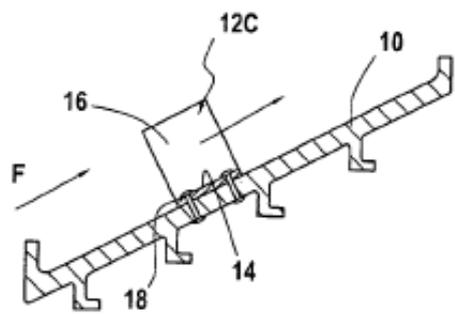
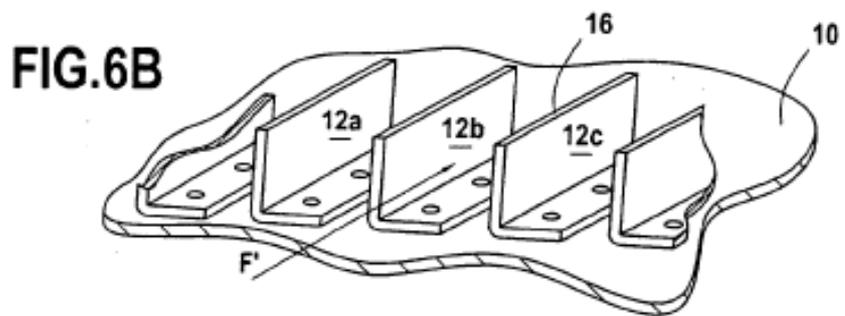
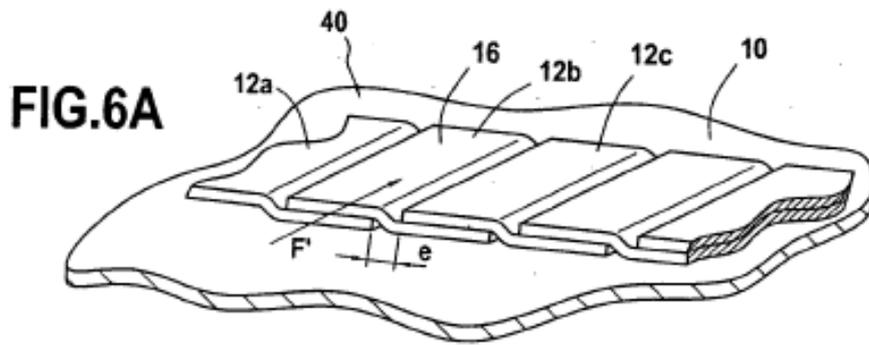
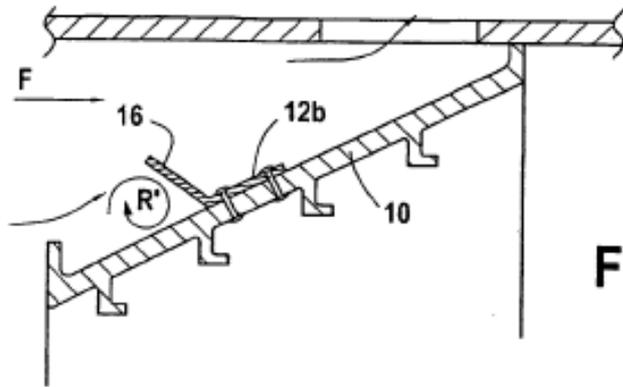
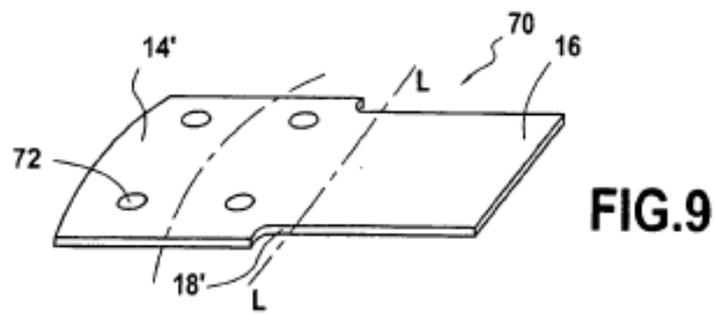
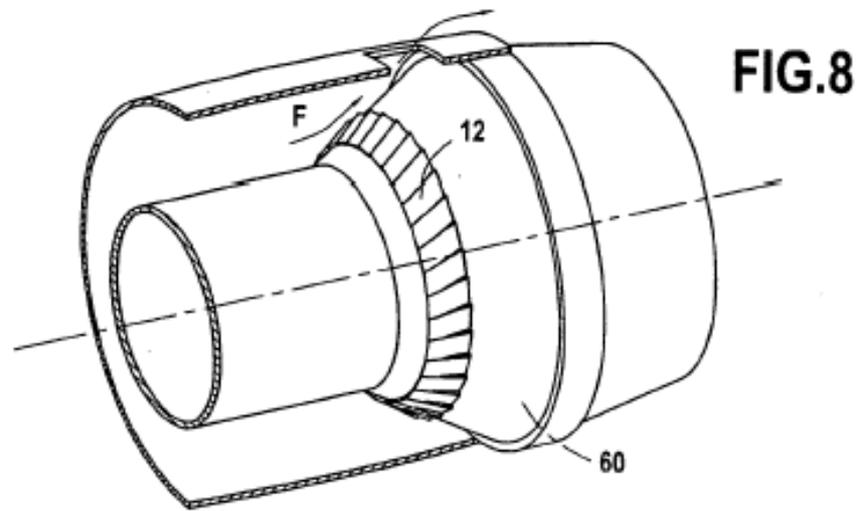
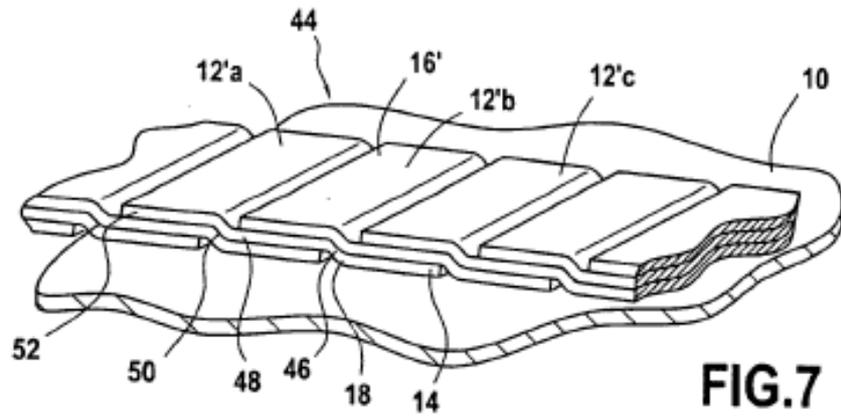


FIG.4





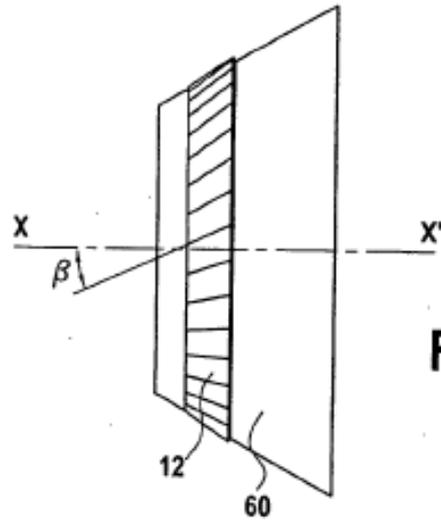


FIG. 10

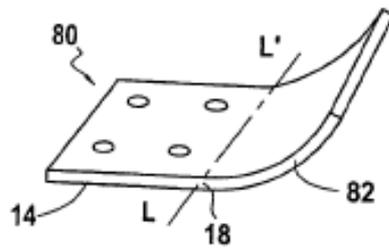


FIG. 11