



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 837**

51 Int. Cl.:

F01D 5/28 (2006.01)

F01D 5/14 (2006.01)

F04D 29/38 (2006.01)

B64C 11/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08156477 .5**

96 Fecha de presentación : **19.05.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2022942**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.02.2009**

54 Título: **Perfil aerodinámico y procedimiento para proteger el borde de ataque del perfil aerodinámico.**

30 Prioridad: **23.07.2007 US 781485**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.06.2011

73 Titular/es: **GENERAL ELECTRIC COMPANY**
1 River Road
Schenectady, New York 12345, US

72 Inventor/es: **Schilling, Jan Christopher;**
Schneider, Michael Harvey y
Baur, Robert George

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Perfil aerodinámico y procedimiento para proteger el borde de ataque del perfil aerodinámico.

El objeto dado a conocer en la presente solicitud se refiere en general a perfiles aerodinámicos para compresores y a un procedimiento para proteger bordes de ataque de perfiles aerodinámicos, y más específicamente a álabes de ventilador y paletas de estator de material compuesto que tienen una tira metálica en el borde de ataque.

Muchos álabes de ventilador y paletas de estator para motores de turbina modernos están contruidos con un compuesto laminado o fibras moldeadas. Es el caso del motor del Joint Strike Fighter (JSF) F136 y el conocido motor CF6-80C2 de alta derivación. La erosión del material de las paletas dentro del duro ambiente del motor se evita por medio de una tira metálica de protección en forma de V que envuelve el borde de ataque y que cubre un porcentaje sustancial tanto del lado de succión como de presión de las paletas. En las construcciones de la técnica anterior, el ajuste de la tira metálica del borde de ataque resulta difícil, principalmente debido a la dificultad para controlar la uniformidad del grosor de la capa adhesiva que une la tira metálica a la paleta. El borde de ataque de los perfiles aerodinámicos modernos está relativamente afilado, y el ajuste de la tira metálica al borde de ataque no es exacto.

La experiencia con paletas de estator de material compuesto ha demostrado que las tiras de metal finas, unidas al borde de ataque del perfil aerodinámico para la protección contra la erosión, pueden desprenderse durante el funcionamiento del motor. El desprendimiento se debe típicamente a un fallo en la unión debido a un desajuste por deformación entre la tira de metal y el material compuesto del álabe o la paleta durante el funcionamiento a elevadas temperaturas. El desprendimiento de las tiras para bordes de ataque puede provocar un daño inaceptable por objeto desprendido (DOD) a los perfiles aerodinámicos y a otros componentes del motor situados corriente abajo en la ruta de flujo del motor.

Un elemento importante a la hora de controlar la integridad de la unión es la capacidad del material adhesivo para actuar como una capa elástica entre el material compuesto y la tira de metal, para absorber el desajuste por deformación. Cuando se produce un desprendimiento, la estructura de las tiras para bordes de ataque actuales no permite controlar el tamaño de los fragmentos de la tira desprendida, lo que lleva a la posibilidad de ingestión corriente abajo de material metálico relativamente grande, y de forma irregular, y los consiguientes daños al motor.

Por lo tanto, existe la necesidad de evitar el desprendimiento de las tiras protectoras para bordes de ataque de perfiles aerodinámicos y de minimizar los daños a los componentes corriente abajo en caso de desprendimiento. El documento US 5 174 024 da a conocer un perfil aerodinámico de acuerdo con el preámbulo de la Reivindicación 1.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un perfil aerodinámico de acuerdo con la Reivindicación 1.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para proteger el borde de ataque de un perfil aerodinámico de acuerdo con la Reivindicación 5.

Anteriormente se han expuesto algunos aspectos de la invención. Otros aspectos de la invención aparecerán a medida que la invención avance, conjuntamente con los siguientes dibujos, en los cuales:

La FIG. 1 es una vista en perspectiva simplificada de un motor de turbina de gas;

La FIG. 2 es una vista esquemática parcial, en alzado lateral, de un conjunto de compresor de alta presión de un motor de turbina de gas;

La FIG. 3 es una vista en perspectiva de una paleta de estator individual;

La FIG. 4 es una sección transversal parcial de la paleta de la FIG. 3, tomada por las líneas 4B4; y

La FIG. 5 es una vista en alzado lateral de una paleta de estator individual de acuerdo con una realización alternativa de la invención.

Refiriéndose a la FIG. 1, se muestra esquemáticamente un motor 10 de turbina de gas que incluye un compresor de baja presión 12, un compresor de alta presión 14, y un combustor 16. El motor 10 también incluye una turbina 18 de alta presión y una turbina 20 de baja presión. El compresor 12 y la turbina 20 están acoplados por un primer eje 24, y el compresor 14 y la turbina 18 están acoplados por un segundo eje 26.

En funcionamiento, el aire fluye a través del compresor 12 de baja presión, es comprimido y alimentado desde el compresor 12 de baja presión hasta el compresor de alta presión 14. El aire altamente comprimido es suministrado corriente abajo al combustor 16 en donde el aire se mezcla con combustible y se inflama. La mezcla inflamada de aire y gas procedente del combustor 16 acciona las turbinas 18 y 20.

Tal como se muestra en la FIG. 2, el conjunto 14 de compresor de alta presión incluye una pluralidad de etapas, y cada etapa incluye un grupo de álabes 40 del rotor que se extienden radialmente y un grupo de conjuntos 44 de paletas del estator que se extienden radialmente. En la realización ejemplar, las paletas 40 del rotor están soportadas por unos discos 46 del rotor y están acopladas al eje 26 del rotor. El eje 26 del rotor está rodeado por una carcasa 50 que se extiende circunferencialmente alrededor del compresor 14 y que soporta los conjuntos 44 de paleta del estator.

En la realización ejemplar mostrada en la FIG. 2, al menos el conjunto 44 de paleta guía de entrada incluye una paleta 52 del estator que incluye un vástago o husillo 54 de la paleta, radialmente externo y que se extiende sustancialmente perpendicular desde una plataforma 56 de la paleta. Cada husillo 54 se extiende a través de una respectiva abertura 58 definida en la carcasa 50 para permitir que una respectiva paleta 52 sea acoplada a la carcasa 50. La carcasa 50 incluye una pluralidad de aberturas 58. Un brazo de palanca 60 se extiende desde cada paleta variable 52 y es utilizado para rotar selectivamente las paletas 52 para cambiar la orientación de las paletas 52 con respecto a la ruta de flujo para facilitar un mayor control del flujo de aire a través del compresor 14. Debe comprenderse que la invención dada a conocer en esta solicitud puede ser utilizada con paletas y álabes independientemente de que las paletas y álabes tengan un paso variable. En la actualidad las temperaturas en los perfiles aerodinámicos del compresor 14 son típicamente demasiado calientes para las paletas hechas con materiales compuestos excepto en la paleta 52 del estator que sirve de guía de entrada, mostrada con una tira 80 del borde de ataque de acuerdo con una realización de la invención. Las tiras metálicas protectoras para bordes de ataque en una cualquiera, o en más, de las paletas, tal como se describe más adelante, se encuentran dentro del alcance de la invención dado que avances adicionales pueden posibilitar las paletas de material compuesto en todo el compresor.

Tal como se muestra más claramente en las FIGS. 3 y 4, la paleta 52 del estator incluye un cuerpo de perfil aerodinámico formado por un compuesto polimérico de tipo conocido, y que tiene un lado de presión 70 cóncavo y un lado de succión 72 convexo, FIG. 4, y que define una longitud de cuerda, un borde de ataque 74 y un borde de salida 76.

Una tira protectora 80 para bordes de ataque que se adhiere por medio de una capa adhesiva 82 para cubrir de manera protectora el borde de ataque 74 y unas respectivas porciones predeterminadas del lado de presión 70 y del lado de succión 72 del cuerpo del perfil aerodinámico, desde el borde de ataque 74 y corriente abajo hacia el borde de salida 76. La erosión del borde de ataque 74 es típicamente más severa en el lado de presión 70 de la paleta 52 y, por consiguiente, tal como se muestra con particular referencia a la Figura 4, la porción predeterminada del lado de succión 72 cubierta por la tira protectora 80 del borde de ataque es pues mucho menor que la porción del lado de presión 70 cubierta por la tira protectora 80 del borde de ataque. Esto facilita un control más preciso del grosor de la capa adhesiva 82, lo que a su vez conduce a una resistencia adhesiva superior.

La paleta 52 puede estar "arqueada" fuera de plano con respecto a una línea radial que se extiende a través del eje del motor. Esto se hace para alojar los efectos aerodinámicos en la ruta de flujo exterior e interior del perfil aerodinámico. Sin embargo, este arco puede complicar adicionalmente el ajuste entre la tira protectora 80 del borde de ataque y la paleta 52, y hace que el diseño descrito en el presente documento, con la tira protectora 80 del borde de ataque situada principalmente sobre el lado de presión 70, sea especialmente deseable.

La tira protectora 80 del borde de ataque es preferiblemente metálica, y está seleccionada para tener una expansión térmica y unas características de conformación adecuadas para el compuesto polimérico del que está formada la paleta 52. El titanio es un metal adecuado para este propósito. El grosor de la tira protectora 80 del borde de ataque es preferiblemente inferior a 0,25 mm, con un grosor comprendido aproximadamente entre 0,13 mm y 0,2 mm. Tal como se muestra esquemáticamente en la Figura 4, la longitud de la tira protectora 80 del borde de ataque que se extiende alrededor del borde de ataque 74 y sobre el lado de succión 72 es de unos 2,5 mm, o más generalmente sobre un 2-3 por ciento de la longitud de cuerda del perfil aerodinámico. Empíricamente, el grado de extensión de la tira protectora 80 del borde de ataque sobre el lado de succión 72 debe ser suficiente para evitar que la tira protectora 80 del borde de ataque se separe de la paleta 52 y sea elevada por la presión del flujo de aire y gas.

El grosor y el material de la capa adhesiva o "elástica" 82 es determinado por análisis para reducir los esfuerzos cortantes entre la tira protectora 80 del borde de ataque y la paleta 52. El material de la capa adhesiva 82 es preferiblemente bismaleimida (BMI) o un fluorelastómero tal como el fabricado y comercializado por DuPont con el nombre comercial Viton®, para proporcionar un rendimiento estable y duradero en el ambiente a 204-260 C del motor. El grosor de las uniones es preferiblemente del orden de 0,05 mm a 0,15 mm.

Tal como se muestra de manera representativa en las Figuras 3 y 4, la tira protectora 80 del borde de ataque está acanalada con unos surcos 80A encarados hacia el interior para definir unos pequeños segmentos con formas geométricas de tamaño suficiente como para que, en caso de ser separados del perfil aerodinámico durante el funcionamiento del motor, el impacto con los componentes del motor corriente abajo no provoque daños en los

5 mismos. Los surcos 80A preferiblemente forman unos segmentos cuyos lados tienen entre unos 2,5 mm y unos 6,3 mm de largo. Los propios surcos 80A tienen del orden de 0,13 mm de ancho y una profundidad que es aproximadamente un tercio del grosor de la tira protectora 80 del borde de ataque. Los surcos 80A pueden definir cuadrados, rombos, otras formas cuadrilaterales, o cualquier otra forma adecuada. La superficie exterior de la tira 80 del borde de ataque es lisa y pretende proporcionar una transición esencialmente libre de turbulencias desde la superficie adyacente de la paleta. La superficie interior, acanalada, proporciona adicionalmente una mayor área de superficie en la cara interior de la tira protectora 80 del borde de ataque para proporcionar de esta manera una unión mejorada entre la tira protectora 80 del borde de ataque y la capa adhesiva 82 subyacente.

10 Tal como se muestra en la Figura 5, la tira protectora 80 del borde de ataque puede estar provista opcionalmente de unas ranuras de ajuste 84, extendidas axialmente y separadas radialmente a lo largo de la paleta 52, por medio de las cuales se puede ajustar la tira protectora 80 del borde de ataque con mayor precisión a la forma del borde de ataque 74 de la paleta 52. Las ranuras 84 tienen unos ángulos agudos, con la disminución hacia dentro, que se cierran durante la aplicación de manera que los bordes opuestos de las ranuras 84 se toquen.

15 En lo que precede se ha descrito un perfil aerodinámico con una tira metálica para bordes de ataque y un procedimiento para proteger el borde de ataque de un perfil aerodinámico. Esta descripción escrita usa ejemplos para dar a conocer la invención, y también permite que cualquier experto en la técnica pueda poner en práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y llevar a cabo cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica. Tales otros ejemplos pretenden estar dentro
20 del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales con respecto al lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1.- Un perfil aerodinámico, que comprende:

un cuerpo del perfil aerodinámico que incluye un lado de presión (70) cóncavo y un lado de succión (72) convexo que definen una longitud de cuerda, un borde de ataque (74) y un borde de salida (76); y

- 5 una tira protectora (80) del borde de ataque que se adhiere por medio de una capa adhesiva (82) para cubrir de manera protectora el borde de ataque (74) y unas respectivas porciones predeterminadas del lado de presión (70) y del lado de succión (72) del cuerpo del perfil aerodinámico, desde el borde de ataque (74) y corriente abajo hacia el borde de salida (76), en el cual la porción predeterminada del lado de succión (72) cubierta por la tira protectora (80) del borde de ataque no es mayor que un tercio de la porción predeterminada del lado de presión (70) cubierta por la tira protectora (80) del borde de ataque, **caracterizado porque** la porción predeterminada del lado de succión (72) del perfil aerodinámico cubierta por la tira protectora (80) del borde de ataque es entre el 1 y el 3 por ciento de la longitud de cuerda del perfil aerodinámico.

- 15 2.- Un perfil aerodinámico de acuerdo con la Reivindicación 1, en el cual el perfil aerodinámico es seleccionado de entre el grupo que consiste en un álabe del ventilador de un motor de turbina, un álabe del compresor de un motor de turbina y una paleta (52) del estator de un motor de turbina.

3.- Un perfil aerodinámico de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el cual la porción predeterminada del lado de succión (72) del perfil aerodinámico cubierta por la tira protectora (80) del borde de ataque es una porción que se extiende unos 2,5 mm desde el borde de ataque (74) corriente abajo hacia el borde de salida (76).

- 20 4.- Un perfil aerodinámico de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el cual la tira protectora (80) del borde de ataque comprende una multitud de surcos (80A) entrecruzados que definen unos segmentos adyacentes de un tamaño predeterminado lo suficientemente pequeño como para que, si se desprenden del perfil aerodinámico durante el funcionamiento del motor, el impacto corriente abajo con los componentes del motor no cause daños en los mismos.

- 25 5.- Un procedimiento para proteger el borde de ataque (74) de un perfil aerodinámico, que comprende las etapas de:

proporcionar un cuerpo del perfil aerodinámico que incluye un lado de presión (70) cóncavo y un lado de succión (72) convexo que definen una longitud de cuerda, y un borde de ataque (74) y un borde de salida (76); y

- 30 adherir una tira protectora (80) del borde de ataque para cubrir de manera protectora el borde de ataque (74) y unas respectivas porciones predeterminadas del lado de presión (70) y del lado de succión (72) del cuerpo de perfil aerodinámico, desde el borde de ataque (74) y corriente abajo hacia el borde de salida (76), en el cual la porción predeterminada del lado de succión (72) cubierta por la tira protectora (80) del borde de ataque no es mayor que un tercio de la porción predeterminada del lado de presión (70) cubierto por la tira protectora (80) del borde de ataque, **caracterizado porque** la porción predeterminada del lado de succión (72) del perfil aerodinámico cubierto por la tira protectora (80) del borde de ataque es entre el 1 y el 3 por ciento de la longitud de cuerda del perfil aerodinámico.

- 35 6.- Un motor (10) de turbina, que comprende un compresor de baja presión (12), un compresor de alta presión (14), una turbina de alta presión (18), una turbina de baja presión (20) y un combustor (16), y una pluralidad de paletas (44) del estator que se extienden radialmente, comprendiendo al menos una de las paletas (44) del estator un perfil aerodinámico de acuerdo con la reivindicación 1.

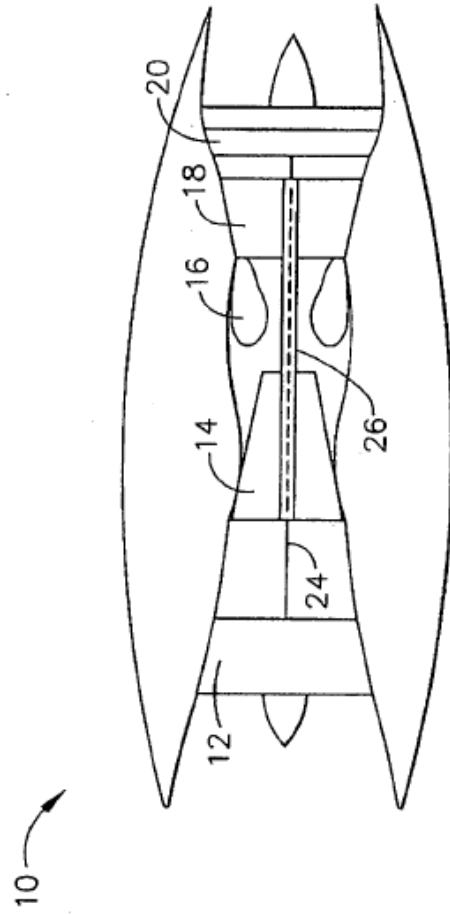


FIG. 1

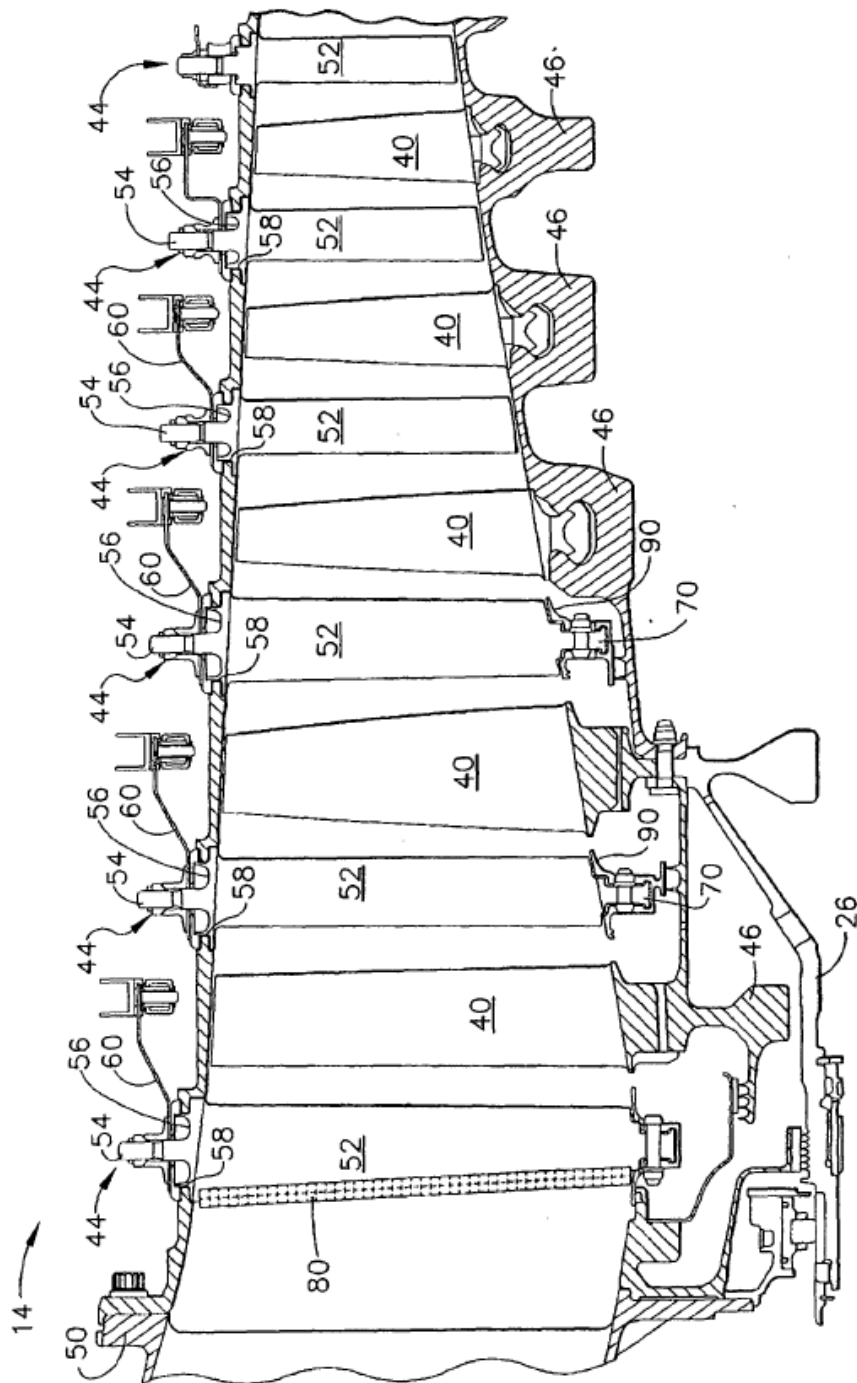


FIG. 2

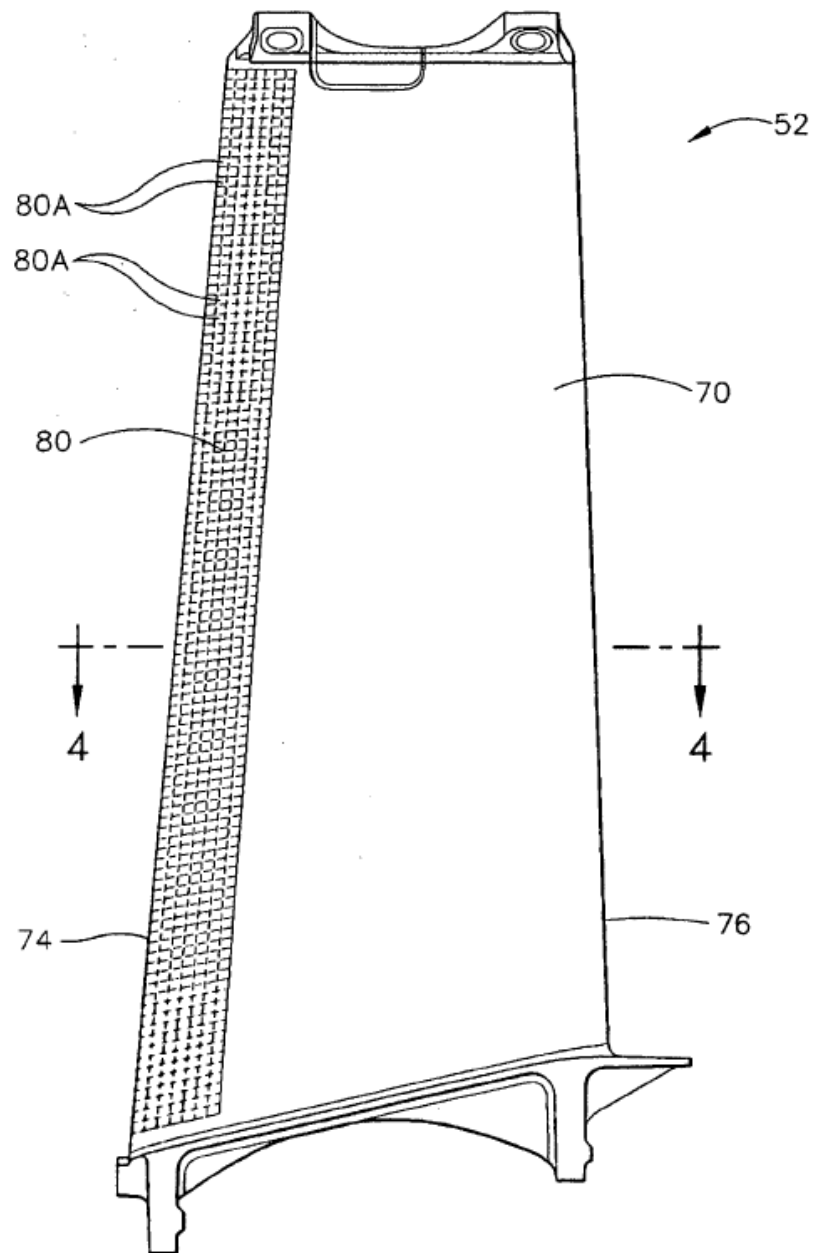


FIG. 3

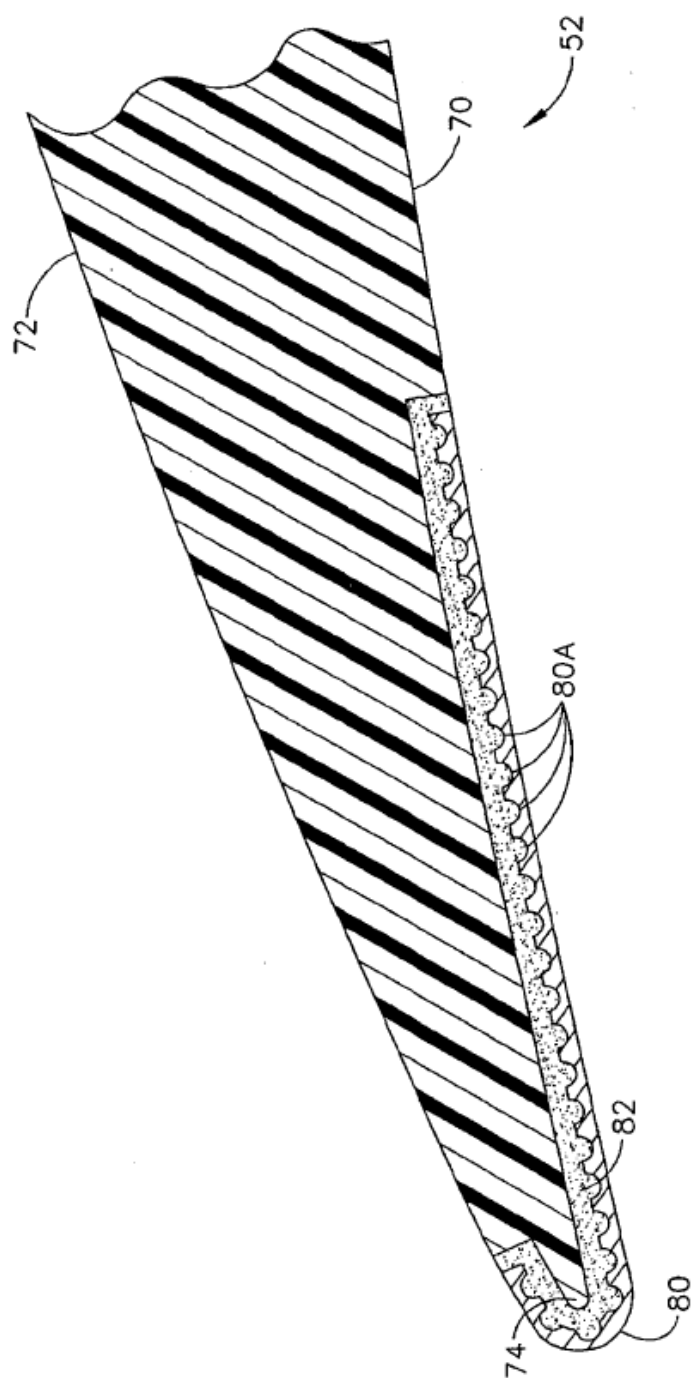


FIG. 4

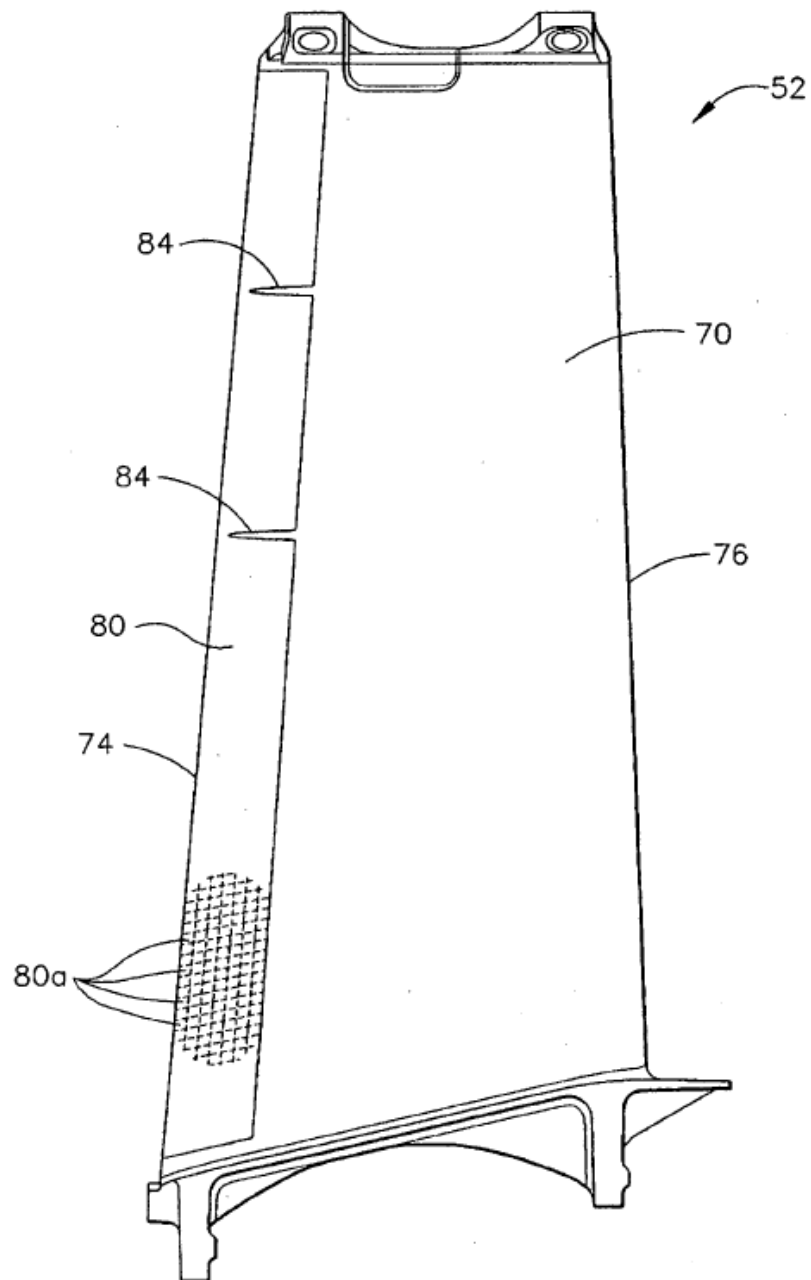


FIG. 5