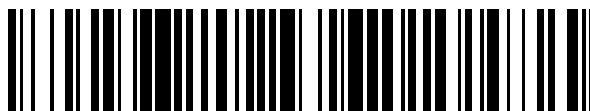


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 689**

51 Int. Cl.:

**F04D 29/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2005 E 05250653 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018 EP 1619391**

54 Título: **Pala ventilador**

30 Prioridad:

**21.07.2004 US 589945 P**  
**28.01.2005 US 46341**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.11.2018**

73 Titular/es:

**DELTA T, LLC (100.0%)**  
**2348 Innovation Drive**  
**Lexington, KY 40511, US**

72 Inventor/es:

**AYNSLEY, RICHARD MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**SERRAT VIÑAS, Sara**

**ES 2 689 689 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**

Pala de ventilador

**5 Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere generalmente a palas de ventilador y modificaciones de pala de ventilador, y se refiere particularmente a una sección aerodinámica adecuada para su uso con una pala de ventilador y una aleta adecuada para su uso con una pala de ventilador.

10 Las personas que trabajan en grandes estructuras tales como almacenes y plantas de fabricación pueden estar expuestas a condiciones de trabajo que oscilan entre la incomodidad y la peligrosidad. Lo mismo puede ser aplicable en contextos agrícolas, tales como en una estructura que está llena de ganado. En un día caluroso, la temperatura del aire de interior puede alcanzar un punto en el que una persona u otro animal no pueda mantener una temperatura corporal saludable o de otro modo deseable. En zonas en las que las temperaturas son incómodas o peligrosamente altas, puede ser deseable tener un dispositivo que pueda hacerse funcionar para crear o potenciar el flujo de aire dentro de la zona. Tal flujo de aire puede, en parte, facilitar una reducción de temperatura en la zona.

20 Además, algunas actividades que se producen en estos entornos, tales como la soldadura o el funcionamiento de motores de combustión interna, pueden crear contaminantes aéreos que pueden ser nocivos para quienes se exponen a ellos. Los efectos de los contaminantes aéreos pueden magnificarse si el flujo de aire en la zona es inferior al ideal. En estas y situaciones similares, puede ser deseable tener un dispositivo que pueda hacerse funcionar para crear o potenciar el flujo de aire dentro de la zona. Tal flujo de aire puede, en parte, facilitar la reducción de los efectos nocivos de los contaminantes, tal como mediante dilución y/o retirada de los contaminantes.

25 En estructuras y entornos determinados, puede surgir el problema de que el calor se acumule y permanezca cerca del techo de la estructura. Esto puede ser preocupante donde la zona cercana al suelo de la estructura es relativamente más fría. Los expertos habituales en la técnica reconocerán inmediatamente las desventajas que pueden surgir de tener esta u otra distribución de aire/temperatura desequilibrada. En estas y situaciones similares, puede ser deseable tener un dispositivo que pueda hacerse funcionar para crear o potenciar el flujo de aire dentro de la zona. Tal flujo de aire puede, en parte, facilitar la desestratificación y la inducción de una distribución de aire/temperatura más ideal.

35 También puede ser deseable tener un ventilador que pueda reducir el consumo de energía. Tal reducción de consumo de energía puede lograrse teniendo un ventilador que funcione eficientemente (por ejemplo, se requiere menos potencia para impulsar el ventilador en comparación con otros ventiladores). También puede lograrse una reducción del consumo de energía teniendo un ventilador que mejore la distribución del aire, por tanto reduciendo los costes de calentamiento o enfriamiento asociados con otros dispositivos. El documento de patente británica n.º 2050530 da a conocer elementos estrechos dados a conocer en las puntas de palas de ventilador, extendiéndose generalmente con ángulos rectos hasta las palas de ventilador para impedir pérdidas de flujo alrededor de las puntas. El preámbulo de la reivindicación 1 se basa en este documento.

**Breve descripción de los dibujos**

45 Los dibujos adjuntos incorporados en y que forman parte de la memoria descriptiva ilustran varios aspectos de la presente invención, y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la invención; entendiéndose, sin embargo, que esta invención no se limita a las disposiciones precisas mostradas. En los dibujos, números de referencia similares se refieren a elementos similares en las diversas vistas. En los dibujos:

50 La figura 1 es una vista en planta de un cubo para montar palas de ventilador.

La figura 2 es una vista en sección transversal de una sección aerodinámica de pala de ventilador a modo de ejemplo.

55 La figura 3 es una vista en sección transversal de una sección aerodinámica de pala de ventilador a modo de ejemplo alternativa.

La figura 4 representa un gráfico que muestra dos elipses.

60 La figura 5 representa una parte del gráfico de la figura 4.

La figura 6 es una vista lateral de una modificación de pala de ventilador de aleta a modo de ejemplo.

La figura 7 es una vista en sección transversal de la aleta de la figura 6.

65 La figura 8 es una vista desde arriba de la aleta de la figura 6.

La figura 9 es una vista de extremo de la pala de ventilador de la figura 2 modificada con la aleta de la figura 6.

La figura 10 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del conjunto de aleta-pala de la figura 9.

Ahora se hará referencia en detalle a la presente realización preferida de la invención, un ejemplo de la cual se ilustra en los dibujos adjuntos.

### Descripción detallada de una realización de la invención

Haciendo ahora referencia a los dibujos en detalle, en los que números de referencia similares indican los mismos elementos a lo largo de la totalidad de las vistas, la figura 1 muestra el cubo 10 de ventilador a modo de ejemplo, que puede usarse para proporcionar un ventilador que tiene palas 30 ó 50 de ventilador. En el presente ejemplo, el cubo 10 de ventilador incluye una pluralidad de elementos 12 de montaje de cubo en los que pueden montarse palas 30 ó 50 de ventilador. En una realización, el cubo 10 de ventilador está acoplado a un mecanismo de impulso para hacer rotar el cubo 10 de ventilador a velocidades seleccionables o predeterminadas. Por tanto, un conjunto de cubo adecuado puede comprender el cubo 10 y un mecanismo de impulso acoplado al cubo 10. Naturalmente, un conjunto de cubo puede incluir diversos otros elementos, incluyendo un cubo diferente, y el cubo 10 de ventilador puede impulsarse mediante cualquier medio adecuado. Además, el cubo 10 de ventilador puede tener cualquier número adecuado de elementos 12 de montaje de cubo.

Tal como se muestra en las figuras 1 a 3, cada elemento 12 de montaje de cubo tiene una superficie 14 superior y una superficie 16 inferior, que terminan en el borde 18 de ataque y el borde 20 de salida. Además, cada elemento 12 de montaje de cubo incluye una abertura 22 formada a través de la superficie 14 superior y que pasa a través de la superficie 16 inferior. En el presente ejemplo, la abertura 22 está dimensionada para recibir el elemento 26 de sujeción. Cada elemento 12 de montaje de cubo está configurado para recibir la pala 30 ó 50 de ventilador. Los expertos habituales en la técnica apreciarán que pueden proporcionarse los elementos 12 de montaje de cubo en diversas configuraciones alternativas.

En una realización, se montan palas 30 ó 50 de ventilador en un conjunto de cubo como el dado a conocer en la patente estadounidense n.º 6.244.821. Naturalmente, las palas 30 ó 50 de ventilador pueden montarse en cualquier otro cubo y/o conjunto de cubo. Puede que un conjunto de cubo adecuado pueda hacerse funcionar para hacer rotar el cubo 10 a cualquier velocidad angular adecuada. Solamente a modo de ejemplo, tal velocidad angular puede ser cualquiera en el intervalo de aproximadamente 7 a 108 revoluciones por minuto.

La figura 2 muestra una sección transversal de la pala 30 de ventilador a modo de ejemplo que tiene el borde 38 de salida curvado, montada en el cubo 10. La sección transversal se toma a lo largo de un plano transversal ubicado en el centro de la pala 30 de ventilador, apuntando hacia el cubo 10. La pala 30 de ventilador tiene la superficie 32 superior y la superficie 34 inferior, terminando cada una en el borde 36 de ataque y el borde 38 de salida. Tal como se muestra, el borde 38 de salida tiene una inclinación de aproximadamente 45° en relación con la parte de la superficie 32 superior que está próxima al borde 38 de salida y la parte de la superficie 34 inferior que está próxima al borde 38 de salida. Naturalmente, el borde 38 de salida puede tener cualquier otra inclinación adecuada, tal como 0°, solamente a modo de ejemplo, siempre y cuando comprenda una única superficie plana. Otras configuraciones de borde 38 de salida adecuadas resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica.

En el presente ejemplo, la pala 30 de ventilador es sustancialmente hueca. Una pluralidad de nervios o tetones 40 están ubicados en el interior de la pala 30 de ventilador. Tal como se muestra, cuando el elemento 12 de montaje de cubo se inserta en la pala 30 de ventilador, los nervios o tetones 40 se sitúan de tal manera que entran en contacto con la superficie 14 superior, la superficie 16 inferior, el borde 18 de ataque, y el borde 20 de salida del elemento 12 de montaje de cubo. Por tanto, los tetones 40 proporcionan un ajuste ceñido entre la pala 30 de ventilador y el elemento 12 de montaje de cubo. Configuraciones alternativas para la pala 30 de ventilador, incluyendo, pero sin limitarse a, aquellas que afectan a la relación entre la pala (30) de ventilador y el elemento (12) de montaje de cubo, resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica. Tal como se usan en el presente documento, a términos tales como "cuerda", "longitud de cuerda", "grosor máximo", "combadura máxima", "ángulo de ataque", y similares se les adjudicará el mismo significado adjudicado a aquellos términos usados en la técnica de alas de avión u otro diseño de sección aerodinámica. En una realización, la pala (30) de ventilador tiene una longitud de cuerda de aproximadamente 16 cm (6,44 pulgadas). La pala (30) de ventilador tiene un grosor máximo de aproximadamente el 16,2% de la cuerda; y una combadura máxima de aproximadamente el 12,7% de la cuerda. El radio del borde (36) de ataque es de aproximadamente el 3,9% de la cuerda. El radio del cuadrante del borde (38) de salida de la superficie (34) inferior es de aproximadamente el 6,8% de la cuerda. En una realización alternativa, la pala (30) de ventilador tiene una cuerda de aproximadamente 18 cm (7 pulgadas). En otra realización, la pala (30) de ventilador tiene una cuerda de aproximadamente 17 cm (6,6875 pulgadas). Naturalmente, puede usarse cualquier otra dimensión y/o proporción adecuada.

Solamente a modo de ejemplo, la pala (30) de ventilador puede presentar razones de sustentación-resistencia que oscilen entre aproximadamente 39,8, en condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente

120.000, y aproximadamente 93,3, en las que el número de Reynolds es aproximadamente 250.000. Naturalmente, pueden obtenerse otras razones de sustentación-resistencia con la pala (30) de ventilador.

5 En una realización, la pala (30) de ventilador presenta coeficientes de resistencia que oscilan entre aproximadamente 0,027, en condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 75.000, y aproximadamente 0,127, en las que el número de Reynolds es aproximadamente 112.500. Naturalmente, pueden obtenerse otros coeficientes de resistencia con la pala (30) de ventilador.

10 En un ejemplo, en condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 200.000, la pala (30) de ventilador mueve aire de tal manera que existe una razón de velocidad de aproximadamente 1,6 en la superficie (34) inferior en el borde (38) de salida de la pala (30) de ventilador. Pueden obtenerse otras razones de velocidad con la pala (30) de ventilador.

15 En una realización, la pala (30) de ventilador proporciona aerodinámica de no pérdida para ángulos de ataque entre desde aproximadamente  $-1^\circ$  hasta  $7^\circ$ , en condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 112.000; y ángulos de ataque entre desde aproximadamente  $-2^\circ$  hasta  $10^\circ$ , en las que el número de Reynolds es aproximadamente 250.000. Naturalmente, estos valores son meramente a modo de ejemplo.

20 La figura 3 muestra una sección transversal de otra pala (50) de ventilador a modo de ejemplo que tiene una superficie (52) superior y una superficie (54) inferior generalmente elípticas, cada una de las cuales termina en el borde (56) de ataque y el borde (58) de salida, montadas en el cubo (10). La sección transversal se toma a lo largo de un plano transversal ubicado en el centro de la pala (50) de ventilador, apuntando hacia el cubo (10). En el presente ejemplo, la pala (50) de ventilador es hueca. Una pluralidad de tetones (60) están ubicados en el interior de la pala (50) de ventilador. Tal como se muestra, cuando el elemento (12) de montaje de cubo se inserta en la pala (50) de ventilador, los tetones (60) se sitúan de tal manera que entran en contacto con la superficie (14) superior, la superficie (16) inferior, el borde (18) de ataque, y el borde (20) de salida del elemento (12) de montaje de cubo. Por tanto, los tetones (60) proporcionan un ajuste ceñido entre la pala (50) de ventilador y el elemento (12) de montaje de cubo. Configuraciones alternativas para la pala (50) de ventilador, incluyendo, pero sin limitarse a, aquellas que afectan a la relación entre la pala (50) de ventilador y el elemento (12) de montaje de cubo, resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica.

35 Tal como se muestra, la pala (50) de ventilador tiene un radio de curvatura más bajo hacia su borde (56) de ataque, en comparación con un radio de curvatura más alto hacia su borde (58) de salida. Las curvaturas de la pala (50) de ventilador pueden obtenerse, al menos en parte, mediante la generación de dos elipses usando las siguientes fórmulas. Los expertos habituales en la técnica apreciarán que una primera elipse, con su origen en la intersección de ejes x e y cartesianos, puede generarse mediante estas ecuaciones:

$$[1] \quad x = a(\cos(t)),$$

40 y

$$[2] \quad y = b(\sin(t)),$$

donde

45

a = longitud de radio principal,

b = longitud de radio secundario, y

50 t = ángulo de rotación de un radio alrededor del origen (por ejemplo, en radianes).

Por consiguiente, puede generarse una primera elipse usando las ecuaciones anteriores. De manera similar, puede obtenerse un conjunto de coordenadas para la primera elipse usando las ecuaciones [1] y [2]. Una primera elipse (200) a modo de ejemplo se ilustra en el gráfico representado en la figura 4, donde  $a = 3$  y  $b = 2$ .

55

Las coordenadas para una segunda elipse pueden obtenerse usando estas ecuaciones:

$$[3] \quad x_2 = x(\cos(\theta)) - y(\sin(\theta)),$$

60 y

$$[4] \quad y_2 = y(\cos(\theta)) - x(\sin(\theta)),$$

donde

$x_2$  = la segunda coordenada "x" tras una rotación antihoraria de la primera elipse a través de  $\theta$  radianes alrededor del origen, y

5  $y_2$  = la segunda coordenada "y" tras una rotación antihoraria de la primera elipse a través de  $\theta$  radianes alrededor del origen.

10 Por tanto, las dimensiones de la segunda elipse dependen de las dimensiones de la primera elipse. Se ilustra una segunda elipse (300) a modo de ejemplo en el gráfico representado en la figura 4, donde  $\theta = 0,525$  radianes. Se apreciará que, donde se trazan una primera y segunda elipse según las ecuaciones [1] a [4], las dos elipses pueden intersectarse en cuatro puntos ("intersecciones de elipse"). La figura 4 muestra cuatro intersecciones (400) de elipse entre la primera elipse (200) y la segunda elipse (300).

15 La curvatura de la superficie (52) superior y superficie (54) inferior puede basarse, al menos en parte, en la curvatura de las elipses primera y segunda entre dos intersecciones de elipse consecutivas. Un ejemplo de tal segmento de la primera elipse (200) y la segunda elipse (300) se muestra en la figura 5, que representa la parte de las elipses (200 y 300) entre intersecciones (400) de elipse consecutivas. Por consiguiente, las ecuaciones [1] a [4] pueden usarse para generar las coordenadas de superficie para al menos una parte de la superficie (52) superior y la superficie (54) inferior de la pala (50) de ventilador.

20 Se apreciará que la razón de longitud de cuerda-grosor de la pala (50) de ventilador puede variar con la cantidad de rotación,  $\theta$ , en relación con las dos elipses.

25 Naturalmente, partes de la pala (50) de ventilador pueden desviarse de la curvatura de las elipses primera y segunda. Solamente a modo de ejemplo, y tal como se muestra en la figura 3, el borde (56) de ataque puede modificarse para tener una curvatura generalmente circular. Otras desviaciones resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica.

30 En una realización, la pala (50) de ventilador se crea usando las ecuaciones [1] a [4] con  $a = 3$  unidades,  $b = 2$  unidades, y  $\theta = 0,525$  radianes. En esta realización, se ajusta la pala (50) de ventilador teniendo el borde (56) de ataque circular un diámetro de 3,5% de longitud de cuerda. Esta curvatura del borde (56) de ataque se ajusta de manera tangencial a la de la superficie (52) superior y la superficie (54) inferior. Tal ajuste puede visualizarse comparando las figuras 3 y 5. Naturalmente, pueden usarse otras dimensiones. En una realización, la pala (50) de ventilador tiene una longitud de cuerda de aproximadamente 19 cm (7,67 pulgadas). En otra realización, la pala de ventilador tiene una longitud de cuerda de aproximadamente 20 cm (7,687 pulgadas). Naturalmente, la pala (50) de ventilador puede tener cualquier otra longitud de cuerda adecuada.

35 En el presente ejemplo, el radio del borde (56) de ataque es de aproximadamente el 3,5% de la cuerda. El grosor máximo de la pala (50) de ventilador es de aproximadamente el 14,2% de la cuerda. La combadura máxima de la pala (50) de ventilador es de aproximadamente el 15,6% de la cuerda. Naturalmente, puede usarse cualquier otra dimensión y/o proporción adecuada. En un ejemplo, un ventilador que tiene un diámetro de 7 m (24 pies) y que comprende diez palas (50) de ventilador montadas formando un ángulo de ataque de  $10^\circ$  produce una fuerza de empuje de aproximadamente 2,4 kg (5,2 lb) cuando rota a aproximadamente 7 revoluciones por minuto (rpm), desplazando aproximadamente  $2500 \text{ m}^3$  por minuto (87.302 pies cúbicos por minuto (cfm)). Cuando rota a aproximadamente 14 rpm, el ventilador produce una fuerza de empuje de aproximadamente 4,8 kg (10,52 lb), desplazando aproximadamente  $3500 \text{ m}^3$  por minuto (124.174 cfm). Cuando rota a aproximadamente 42 rpm, el ventilador produce una fuerza de empuje de aproximadamente 32,2 kg (71,01 lb), desplazando aproximadamente  $9100 \text{ m}^3$  por minuto (322.613 cfm). Pueden obtenerse otras fuerzas de empuje y/o volúmenes de desplazamiento con un ventilador que tenga palas (50) de ventilador.

40 Solamente a modo de ejemplo, la pala (50) de ventilador que tiene un ángulo de ataque de aproximadamente  $10^\circ$  puede presentar razones de sustentación-resistencia que oscilan entre aproximadamente 39, en condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 120.000, y aproximadamente 60, en las que el número de Reynolds es aproximadamente 250.000. Pueden obtenerse otras razones de sustentación-resistencia con la pala (50) de ventilador.

45 En una realización, la pala (50) de ventilador proporciona aerodinámica de no pérdida para ángulos de ataque entre aproximadamente  $1^\circ$  y  $11^\circ$ , en condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 112.000; para ángulos de ataque entre aproximadamente  $0^\circ$  y  $13^\circ$ , en los que el número de Reynolds es aproximadamente 200.000; y para ángulos de ataque entre aproximadamente  $1^\circ$  y  $13^\circ$ , en los que el número de Reynolds es aproximadamente 250.000. Naturalmente, estos valores son meramente a modo de ejemplo. En un ejemplo, un ventilador que tiene un diámetro de 4 m (14 pies) y que comprende diez palas (50) de ventilador se hace rotar a aproximadamente 25 rpm. El ventilador funciona a aproximadamente 54 vatios, con un par de aproximadamente 8,9 Nm (78,80 pulgada-libras (in lb)) y una velocidad de flujo de aproximadamente  $970 \text{ m}^3$  por minuto (34.169 cfm). Por tanto, el ventilador tiene una eficiencia de aproximadamente  $18 \text{ m}^3$ /por minuto/vatio (632,76 cfm/vatio). En otro ejemplo, un ventilador que tiene un diámetro de 4 m (14 pies) y que comprende diez palas (50) de ventilador se hace

rotar a aproximadamente 37,5 rpm. El ventilador funciona a aproximadamente 82 vatios, con un par de aproximadamente 21 Nm (187,53 pulgada-libras (in lb)) y una velocidad de flujo de aproximadamente 1800 m<sup>3</sup> por minuto (62.421 cfm). Por tanto, el ventilador tiene una eficiencia de aproximadamente 22 m<sup>3</sup> por minuto/vatio (761,23 cfm/vatio). En aún otro ejemplo, un ventilador que tiene un diámetro de 4 m (14 pies) y que comprende diez palas (50) de ventilador se hace rotar a aproximadamente 50 rpm. El ventilador funciona a aproximadamente 263 vatios, con un par de aproximadamente 43 Nm (376,59 pulgada-libras (in lb)) y una velocidad de flujo de aproximadamente 2700 m<sup>3</sup> por minuto (96.816 cfm). Por tanto, el ventilador tiene una eficiencia de aproximadamente 10 m<sup>3</sup> por minuto/vatio (368,12 cfm/vatio).

5 Puede aplicarse lo siguiente a cualquier pala de ventilador, incluyendo, solamente a modo de ejemplo, la pala (30) de ventilador o la pala (50) de ventilador:

15 En una realización, cada pala (30 ó 50) de ventilador comprende un continuo homogéneo de material. Solamente a modo de ejemplo, las palas (30 y 50) de ventilador pueden construirse de aluminio extruido. Sin embargo, se apreciará que las palas (30 y/o 50) de ventilador pueden construirse de otro(s) material(es) cualquiera/cualesquiera adecuado(s), incluyendo, pero sin limitarse a, cualquier metal y/o plástico. Además, se apreciará que las palas (30 y/o 50) de ventilador pueden realizarse mediante cualquier método de fabricación adecuado, incluyendo, pero sin limitarse a, estampado, curvado, soldadura y/o moldeo. Otros materiales y métodos de fabricación adecuados resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica. Cuando la pala (30 ó 50) de ventilador se monta en el cubo (10), los elementos (12) de montaje de cubo pueden extenderse en la pala (30 ó 50) de ventilador aproximadamente 15 cm (6 pulgadas), solamente a modo de ejemplo. Alternativamente, los elementos (12) de montaje de cubo pueden extenderse en la pala (30 ó 50) de ventilador hasta cualquier longitud adecuada. También se apreciará que el cubo (10) puede tener elementos (12) de montaje que se ajustan en el exterior de las palas (30 ó 50) de ventilador, en lugar de en el interior. Alternativamente, los elementos (12) de montaje pueden ajustarse tanto 20 parcialmente en el interior como parcialmente en el exterior de las palas (30 ó 50) de ventilador.

La pala (30 ó 50) de ventilador también puede incluir una o más aberturas configuradas para alinearse con las aberturas (22) en el elemento (12) de montaje de cubo. En esta realización, cuando las aberturas en la pala (30 ó 50) de ventilador se alinean con las aberturas (22) en el elemento (12) de montaje de cubo, el elemento (26) de sujeción puede insertarse a través de las aberturas para sujetar la pala (30 ó 50) de ventilador al elemento (12) de montaje de cubo. En una realización, el elemento (26) de sujeción es un perno. Otras alternativas adecuadas para elemento(s) (26) de sujeción resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica, incluyendo, pero sin limitarse a, adhesivos. Por consiguiente, se entenderá que las aberturas (22) son opcionales. La pala (30 ó 50) de ventilador puede tener una longitud de aproximadamente 1,2, 1,4, 1,8, 2,1, 2,4, 2,7, 3,0, 3,4, 3,7, 4,0 o 4,2 m (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 o 14 pies). Alternativamente, la pala (30 ó 50) de ventilador puede ser de cualquier otra longitud adecuada. En una realización, la pala (30 ó 50) de ventilador y el cubo (10) están dimensionados de tal manera que un ventilador que comprende palas (30 ó 50) de ventilador y un cubo (10) tiene un diámetro de aproximadamente 7 m (24 pies). En otra realización, la pala (30 ó 50) de ventilador y el cubo (10) están dimensionados de tal manera que un ventilador que comprende palas (30 ó 50) de ventilador y un cubo (10) tiene un diámetro de aproximadamente 4 m (14 pies). Otras dimensiones adecuadas resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica.

Se apreciará que no es necesario que todas las secciones transversales a lo largo de la longitud de la pala (30 ó 50) de ventilador sean idénticas. Dicho de otro modo, no es necesario que la configuración de la pala (30 ó 50) de ventilador sea uniforme a lo largo de toda la longitud de la pala (30 ó 50) de ventilador. A modo de ejemplo solamente, una parte del "extremo de montaje de cubo" de la pala (30 ó 50) de ventilador (es decir, el extremo de la pala (30 ó 50) de ventilador que se montará en el cubo (10)) puede retirarse. En un ejemplo, se realiza un corte oblicuo en el borde (56) de ataque de la pala (50) de ventilador para alojar otra pala (50) en el cubo (10).

50 Alternativamente, la pala (30 ó 50) de ventilador puede formarse o construirse de tal manera que una parte del extremo de montaje de cubo u otra parte se omite, excluye o "falta" de otro modo. Se apreciará que la ausencia de tal parte (independientemente de si se retiró o nunca estuvo allí en un primer momento) puede atenuar problemas asociados con palas (30 ó 50) que interfieren la una con la otra en el cubo (10). Tal interferencia puede provocarse por diversos factores, incluyendo, pero sin limitarse a, la longitud de cuerda de las palas (30 ó 50) de ventilador. Naturalmente, factores distintos de la interferencia pueden influir en la retirada u otra ausencia de una parte de la pala (30 ó 50) de ventilador. La parte ausente puede comprender una parte de borde (36 ó 56) de ataque, una parte de borde (38 ó 58) de salida, o ambas.

60 Alternativamente, para abordar la interferencia de la pala (30 ó 50) de ventilador en el cubo (10), puede aumentarse el diámetro del cubo (por ejemplo, tal como sin aumentar el número de elementos (12) de montaje de cubo). Alternativamente, puede reducirse la cuerda de las palas (30 ó 50) de ventilador. Aún otras alternativas y variaciones del cubo (10) y/o las palas (30 ó 50) de ventilador resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica.

65 Los expertos habituales en la técnica apreciarán que la pala (30 ó 50) de ventilador puede tener un ángulo de ataque de cero o distinto de cero. A modo de ejemplo solamente, cuando se monta en el elemento (12) de montaje de cubo, la pala (30 ó 50) de ventilador puede tener un ángulo de ataque en el intervalo de aproximadamente -1° a 7°,

inclusive; entre  $-2^\circ$  y  $10^\circ$ , inclusive; o aproximadamente  $7^\circ$ ,  $8^\circ$ ,  $10^\circ$  o  $13^\circ$ , a modo de ejemplo solamente. Naturalmente, la pala (30 ó 50) de ventilador puede tener cualquier otro ángulo de ataque adecuado. La pala (30 ó 50) de ventilador puede ser sustancialmente recta a lo largo de su longitud, y puede proporcionarse el ángulo de ataque teniendo un elemento (12) de montaje de cubo con el ángulo de ataque deseado.

Alternativamente, el ángulo de ataque del elemento (12) de montaje de cubo puede ser de cero, y puede proporcionarse un ángulo de ataque para la pala (30 ó 50) de ventilador mediante una torsión en la pala (30 ó 50) de ventilador. Dicho de otro modo, la pala (30 ó 50) de ventilador puede ser sustancialmente recta a lo largo de la longitud a la cual el elemento (12) de montaje de cubo se extiende en la pala (30 ó 50) de ventilador, y puede proporcionarse una torsión para proporcionar un ángulo de ataque para la parte de la pala (30 ó 50) de ventilador restante. Tal torsión puede producirse a lo largo de cualquier longitud de la pala (30 ó 50) de ventilador adecuada (por ejemplo, todo el resto de la longitud de la pala (30 ó 50) de ventilador tiene una torsión; o la torsión es breve, de tal manera que casi todo el resto de la pala (30 ó 50) de ventilador es sustancialmente recto; etc.). Aún otras configuraciones y métodos adecuados para proporcionar un ángulo de ataque para la totalidad o parte de la pala (30) de ventilador resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica. Además, se apreciará que la totalidad o cualquier parte de la pala (30 ó 50) de ventilador puede tener una o más torsiones para cualquier fin.

Los expertos habituales en la técnica apreciarán que una pala (por ejemplo, 30 ó 50) de ventilador puede modificarse de diversas maneras. Tales modificaciones pueden alterar las características del rendimiento del ventilador. Según la invención, y tal como se ilustra en forma a modo de ejemplo en las figuras 6 a 10, la pala de ventilador incluye una aleta (70). Aunque las aletas (70) se comentarán en el contexto de las palas (30 y 50) de ventilador, se apreciará que pueden usarse las aletas (70) con cualquier otra pala de ventilador adecuada.

La aleta (70) de la presente realización incluye un elemento (72) vertical. El elemento (72) vertical comprende una superficie (74) interna plana y superficie (76) externa redondeada. Otras configuraciones adecuadas para la superficie (74) interna y la superficie (76) externa resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica. En el presente ejemplo, el perímetro del elemento (72) vertical está definido por un borde (78) inferior, un borde (80) superior y un borde (82) posterior. Cada borde (78, 80 y 82) confluye generalmente en una esquina (84) respectiva. Por tanto, en el presente ejemplo, el elemento (72) vertical tiene tres esquinas (84). Tal como se muestra, cada esquina (84) es redondeada. Por consiguiente, no deberá considerarse que el término "esquina", tal como se usa ese término en el presente documento, requiere un ángulo agudo. Dicho de otro modo, no es necesario que una esquina se limite a un punto o región en el que un par de líneas rectas confluyen o se intersecan.

Otras variaciones del elemento (72) vertical resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica.

La aleta (70) del presente ejemplo incluye además un elemento (90) de montaje de aleta, que se extiende de manera sustancialmente perpendicular desde la superficie (74) interna del elemento (72) vertical. Tal como se muestra, el elemento (90) de montaje de aleta está configurado de manera similar al elemento (12) de montaje de cubo. El elemento (90) de montaje de aleta tiene una superficie (92) superior y una superficie (94) inferior, cada una de las cuales termina en el borde (96) de ataque y el borde (98) de salida. Además, cada elemento (92) de montaje de aleta incluye aberturas (100) formadas a través de la superficie (92) superior y la superficie (94) inferior. En el presente ejemplo, cada abertura (100) está dimensionada para recibir un elemento (26) de sujeción. El elemento (90) de montaje de aleta está configurado para insertarse en un extremo de la pala (30 ó 50) de ventilador. Los expertos habituales en la técnica apreciarán que pueden proporcionarse elementos (90) de montaje de aleta en diversas configuraciones alternativas.

La figura 9 muestra una sección transversal de la pala (30) de ventilador con la aleta (70) montada en la misma. La sección transversal se toma a lo largo de un plano transversal ubicado en el centro de la pala (30) de ventilador, apuntando hacia la aleta (70) (es decir, alejándose del cubo (10)). En el presente ejemplo, y tal como se muestra en las figuras 9 y 10, el elemento (90) de montaje de aleta está configurado para ajustarse en el extremo de la pala (30 ó 50) de ventilador. Como el elemento (12) de montaje de cubo, el elemento (90) de montaje de aleta se ajusta de manera ceñida contra los tetones (40 ó 60) en la pala (30 ó 50) de ventilador. En el presente ejemplo, el borde (80) superior de la aleta (70) se extiende por encima de la superficie (32 ó 52) superior de la pala (30 ó 50) de ventilador, además de extenderse más allá del borde (36 ó 56) de ataque. De manera similar, el borde (78) inferior de la aleta (70) se extiende por debajo de la superficie (34 ó 54) inferior de la pala (30 ó 50) de ventilador. El borde (82) posterior de la aleta (70) se extiende más allá del borde (38 ó 58) de salida de la pala (30 ó 50) de ventilador. Naturalmente, las aletas (70) y las palas (30 ó 50) de ventilador pueden tener cualquier otra dimensión y/o configuración relativa.

La pala (30 ó 50) de ventilador puede tener una o más aberturas, formadas cerca de la punta de la pala (30 ó 50) de ventilador a través de la superficie (32 ó 52) superior y/o la superficie (34 ó 54) inferior, que está(n) situada(s) para alinearse con la(s) abertura(s) (100) en el elemento (90) de montaje de aleta cuando el elemento (90) de montaje de aleta se inserta en la pala (30 ó 50) de ventilador, y que está(n) dimensionada(s) para recibir el elemento (26) de sujeción. Por tanto, las aletas (70) pueden sujetarse a las palas (30 ó 50) de ventilador con uno o más elementos (26) de sujeción. En una realización, el elemento (26) de sujeción es un perno. En otra realización, el elemento (26) de sujeción comprende un par complementario de tornillos de unión de enclavamiento con cabeza delgada, tales

como tornillos sujetadores usados ocasionalmente para unir un gran volumen de papeles entre sí (por ejemplo, un tornillo “macho” con una superficie externa roscada configurado para acoplarse con un tornillo “hembra” que tiene una superficie interna roscada). Sin embargo, puede(n) usarse otro(s) elemento(s) cualquiera/cualesquiera de sujeción adecuado(s), incluyendo, pero sin limitarse a, adhesivos. Por consiguiente, se apreciará que las aberturas (100) son opcionales.

También se apreciará que no es necesario que se inserte el elemento (90) de montaje de aleta en un extremo de la pala (30 ó 50) de ventilador. Dicho de otro modo, y de manera similar a los elementos (12) de montaje de cubo, el elemento (90) de montaje de aleta puede realizarse para ajustarse en el exterior de las palas (30 ó 50) de ventilador, en lugar de en el interior. Alternativamente, los elementos (90) de montaje de aleta pueden ajustarse tanto parcialmente en el interior como parcialmente en el exterior de las palas (30 ó 50) de ventilador. Aún otras configuraciones resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica.

Aunque la aleta (70) se describe específicamente en el presente documento como una modificación a las palas (30 ó 50) de ventilador, se apreciará que la aleta (70) puede usarse para modificar cualquier otra pala de ventilador.

En una realización, la aleta (70) se forma a partir de un continuo homogéneo de plástico moldeado. Sin embargo, se apreciará que la aleta (70) puede realizarse a partir de diversos materiales, incluyendo, pero sin limitarse a, cualquier metal y/o plástico adecuado, y puede comprender una pluralidad de piezas. Además, se apreciará que la aleta puede realizarse mediante cualquier método de fabricación adecuado.

También se apreciará que los vórtices de salida que se forman en o cerca de las puntas de las palas (30 ó 50) de ventilador pueden aumentar la sustentación cerca de las puntas de las palas (30 ó 50) de ventilador. Las aletas (70) pueden inhibir el flujo de aire radial sobre la superficie (32 ó 52) superior y/o la superficie (34 ó 54) inferior cerca de las puntas de las palas (30 ó 50) de ventilador. Tal inhibición puede obligar al aire a que fluya más normalmente desde el borde (36 ó 56) de ataque hasta el borde (38 ó 58) de salida, por tanto potenciando la eficiencia de un ventilador que tiene palas (30 ó 50) de ventilador con aletas (70), al menos a velocidades de rotación determinadas. En un ejemplo, se unen las aletas (70) a los extremos de las palas (30 ó 50) de ventilador en un ventilador que tiene un diámetro de 2 m (6 pies). Con la adición de las aletas (70), se aumenta la velocidad de flujo de aire del ventilador un 4,8% a 171 rpm. En otro ejemplo, se unen las aletas (70) a los extremos de las palas (30 ó 50) de ventilador en un ventilador que tiene un diámetro de 4 m (14 pies). Con la adición de las aletas (70), se aumenta la velocidad de flujo de aire del ventilador un 4,4% a 75 rpm. Las dos tablas siguientes ilustran las eficiencias que pueden obtenerse añadiendo aletas (70) a un ventilador que tiene un diámetro de 4 m (14 pies):

Tabla 1: Ventilador sin aletas (70)

Velocidad (rpm)	Potencia máxima (vatios)	Potencia promedio (vatios)	Par (Nm)	Velocidad de flujo (m <sup>3</sup> por minuto)	Eficiencia (m <sup>3</sup> por minuto/vatio)
12,5	54	50	2,0 (17,86 in lb)	0 (0 cfm)	0 (0 cfm/vatio)
25	66	54	8,9 (78,80 in lb)	970 (34.169 cfm)	18 (632,76 cfm/vatio)
37,5	125	82	21 (187,53 in lb)	1800 (62.421 cfm)	22 (761,23 cfm/vatio)
50	339	263	43 (376,59 in lb)	2700 (96.816 cfm)	10 (368,12 cfm/vatio)
62,5	700	660	64 (564,01 in lb)	3100 (110.784 cfm)	0,5 (167,85 cfm/vatio)
75	1170	1140	95 (839,75 in lb)	3700 (129.983 cfm)	0,4 (114,02 cfm/vatio)

Tabla 2: Ventilador con aletas (70)

Velocidad (rpm)	Potencia máxima (vatios)	Potencia promedio (vatios)	Par (in lb)	Velocidad de flujo (cfm)	Eficiencia (cfm/vatio)
12,5	50	42	18,56	2.6815	638,45
25	58	43	18,39	46.547	1.082,49
37,5	68	49	186,00	61.661	1.258,39
50	241	198	354,61	87.552	442,18
62,5	591	528	582,78	120.859	228,90
75	980	950	847,41	136.560	143,75

Naturalmente, pueden realizarse otros valores mediante el uso de aletas (70). Además, variaciones de aletas



adecuadas, incluyendo, pero sin limitarse a, configuraciones de aleta alternativas, resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica.

5 En resumen, se han descrito numerosos beneficios que resultan del empleo de los conceptos de la invención. La descripción anterior de una o más realizaciones de la invención se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos. No se pretende que sea exhaustiva o limite la invención a la forma precisa dada a conocer. Son posibles modificaciones o variaciones evidentes a la luz de las enseñanzas anteriores. La una o más realizaciones se escogieron y describieron para ilustrar de la mejor manera los principios de la invención y su aplicación práctica para permitir, por tanto, que un experto habitual en la técnica utilice de la mejor manera la invención en diversas realizaciones y con diversas modificaciones según sean adecuadas para el uso particular contemplado. Se pretende que el alcance de la invención esté definido por las reivindicaciones adjuntas al presente documento.

10

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Pala (30, 50) de ventilador que comprende una aleta (70), en la que la pala (30, 50) de ventilador tiene un primer extremo y un segundo extremo, en la que el segundo extremo de la pala (30, 50) de ventilador está configurado para montarse en un cubo (10) de ventilador, en la que la pala (30, 50) de ventilador tiene un borde (36, 56) de ataque y un borde (38, 58) de salida, en la que la pala (30, 50) de ventilador tiene una superficie (32, 52) superior y una superficie (34, 54) inferior, comprendiendo la aleta (70):

10 (a) un elemento (72) vertical, en la que el elemento (72) vertical se extiende transversalmente en relación con la superficie superior e inferior de la pala (30, 50) de ventilador; y

15 (b) un elemento (90) de montaje, en la que al menos una parte del elemento (90) de montaje es sustancialmente perpendicular a al menos una parte del elemento (72) vertical, en la que el elemento (90) de montaje está configurado para montarse en un primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador,

20 caracterizada porque

el elemento (72) vertical comprende un perímetro definido por un borde (78) inferior, un borde (80) superior y un borde (82) trasero, en la que, cuando se monta en el primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador, la distancia desde el borde (98) de salida de elemento de montaje hasta un punto en el borde (82) trasero del elemento (72) vertical es mayor que la distancia desde el borde (98) de salida de elemento de montaje hasta el borde (38, 58) de salida de pala de ventilador en el primer extremo, en la que cada uno de los bordes (78, 80, 82) de elemento vertical confluye generalmente en una esquina (84) respectiva.
- 25 2. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que el elemento (72) vertical comprende una superficie (76) externa redondeada.
- 30 3. Pala de ventilador según la reivindicación 2, en la que el elemento (72) vertical comprende además una superficie (74) interna sustancialmente plana.
- 35 4. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que cada una de las esquinas (84) del elemento (72) vertical es generalmente redondeada.
- 40 5. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que al menos una parte del elemento (90) de montaje está configurada para encajar en el interior del primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador.
- 45 6. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que el elemento (72) vertical está configurado para inhibir un flujo de aire radial sobre al menos una parte de la pala (30, 50) de ventilador próxima al primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador.
- 50 7. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que el elemento (72) vertical comprende una superficie (74) interna, en la que al menos una parte de la superficie (74) interna forma un ángulo no perpendicular con respecto al elemento (90) de montaje.
- 55 8. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que el elemento (90) de montaje está configurado para fijarse sustancialmente al primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador mediante uno o más elementos (26) de sujeción.
- 60 9. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que el elemento (90) de montaje tiene un borde (95) de ataque, en la que, cuando se monta en el primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador, la distancia desde el borde (95) de ataque de elemento de montaje hasta un punto en el borde (80) superior del elemento (72) vertical es mayor que la distancia desde el borde (95) de ataque de elemento de montaje hasta el borde (35, 36) de ataque de pala de ventilador en el primer extremo.
- 65 10. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que el elemento (90) de montaje tiene una superficie (94) inferior, en la que, cuando se monta en el primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador, la distancia desde la superficie (94) inferior de elemento de montaje hasta un punto en el borde (74) inferior del elemento (72) vertical es mayor que la distancia desde la superficie (94) inferior de elemento de montaje hasta cualquier punto en la superficie (34, 54) inferior de pala de ventilador en el primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador.
11. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que el elemento (90) de montaje tiene una superficie (92) superior, en la que, cuando se monta en el primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador, la distancia desde la superficie (92) superior de elemento de montaje hasta un punto en el borde (80) superior del elemento (72) vertical es mayor que la distancia desde la superficie (92) superior de elemento de montaje hasta cualquier punto en la superficie (32, 52) superior de pala de ventilador en el primer extremo de la pala

(30, 50) de ventilador.

12. Pala de ventilador según la reivindicación 1, que comprende además
- 5 al menos un elemento (26) de sujeción, estando configurado el al menos un elemento (26) de sujeción para sujetar el elemento (90) de montaje al primer extremo de la pala (30, 50) de ventilador.
13. Ventilador que incorpora la pala de ventilador según la reivindicación 1, que comprende:
- 10 (a) un cubo (10), pudiendo hacerse funcionar el cubo (10) para que rote;
- (b) una pluralidad de palas (30, 50) de ventilador, teniendo cada pala (30, 50) de ventilador un primer extremo y un segundo extremo, en el que cada pala (30, 50) de ventilador está montada en el cubo (10) en un primer extremo respectivo.
- 15 14. Ventilador según la reivindicación 13, en el que la distancia entre el primer extremo y segundo extremo de cada pala (30, 50) de ventilador es al menos aproximadamente de 1,2 m (4 pies).
- 20 15. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que el borde (80) superior del elemento (72) vertical se extiende por encima de la superficie (32, 52) superior de la pala (30, 50) de ventilador y el borde (78) inferior del elemento (72) vertical se extiende por debajo de la superficie (34, 54) inferior de la pala (30, 50) de ventilador y al menos una parte del borde (80) superior está inclinada hacia la esquina (84) del borde (80) superior y el borde (78) inferior.

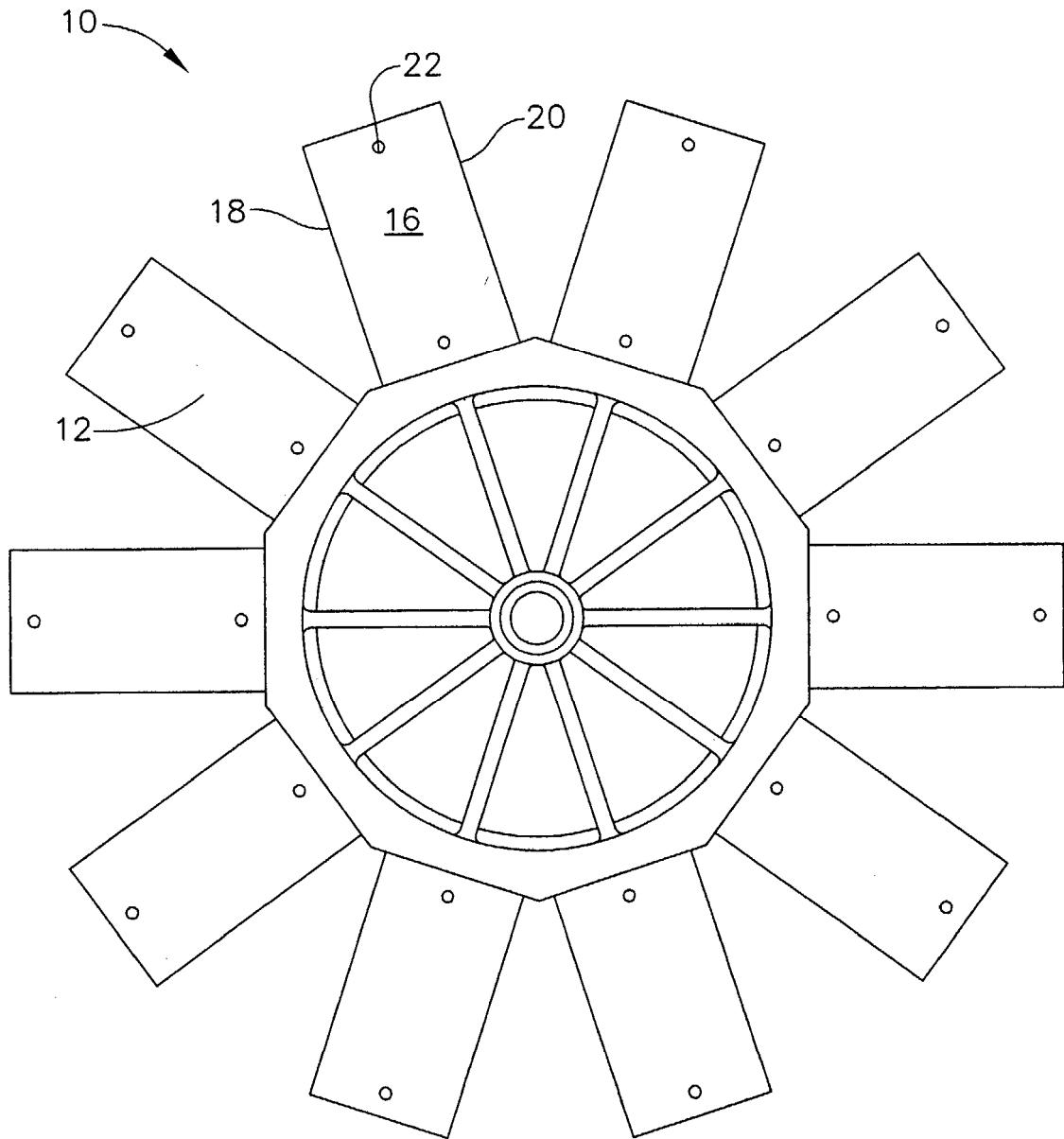


FIG. 1

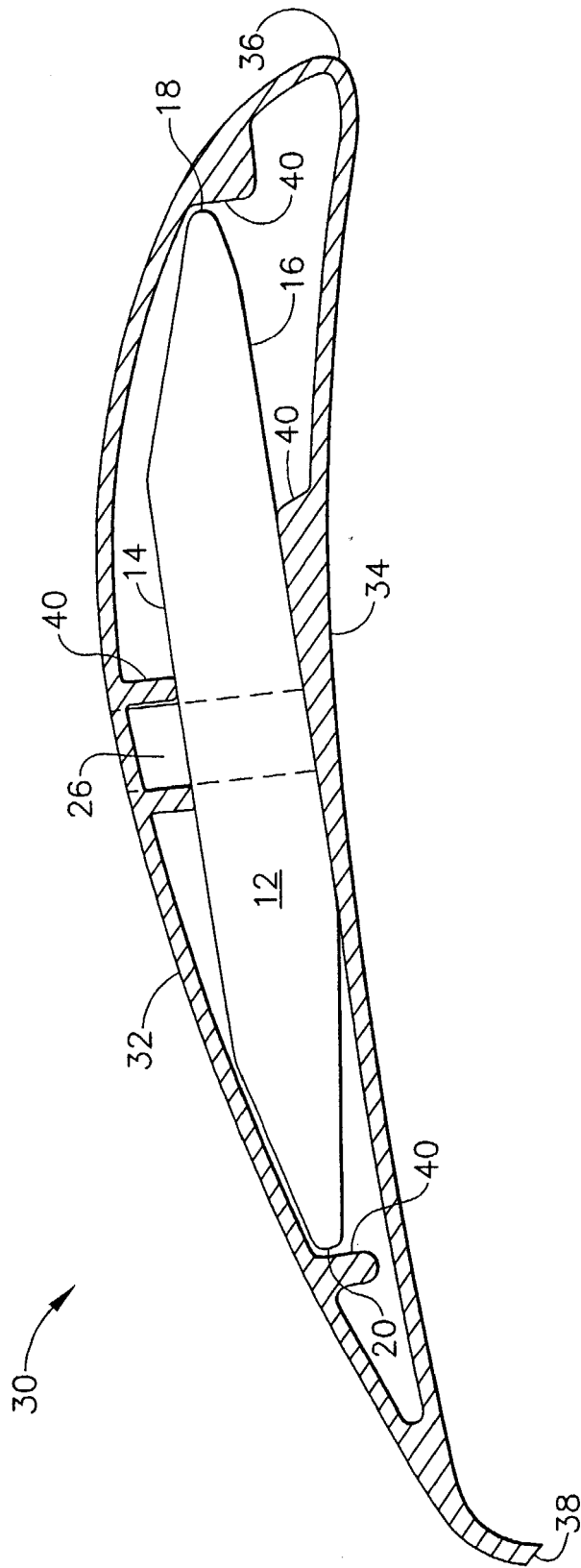


FIG. 2

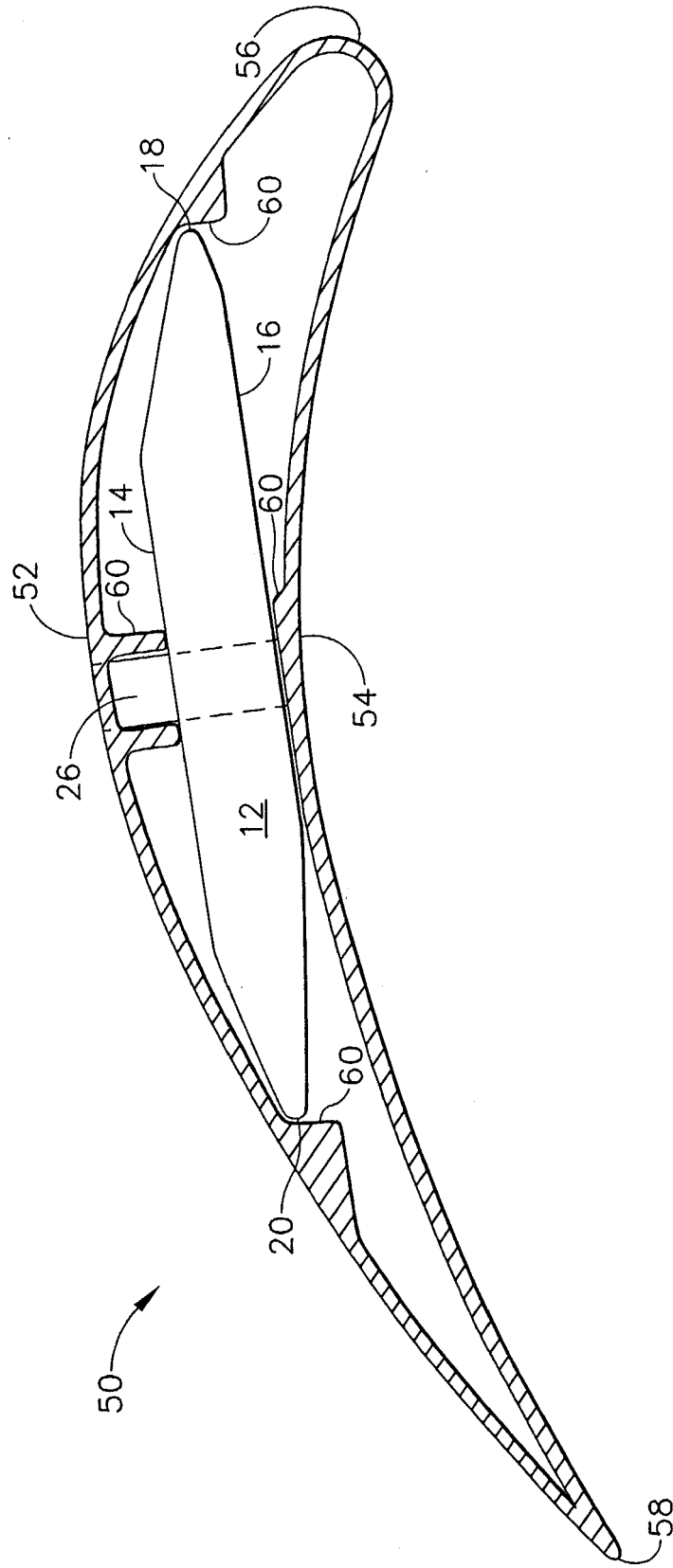


FIG. 3

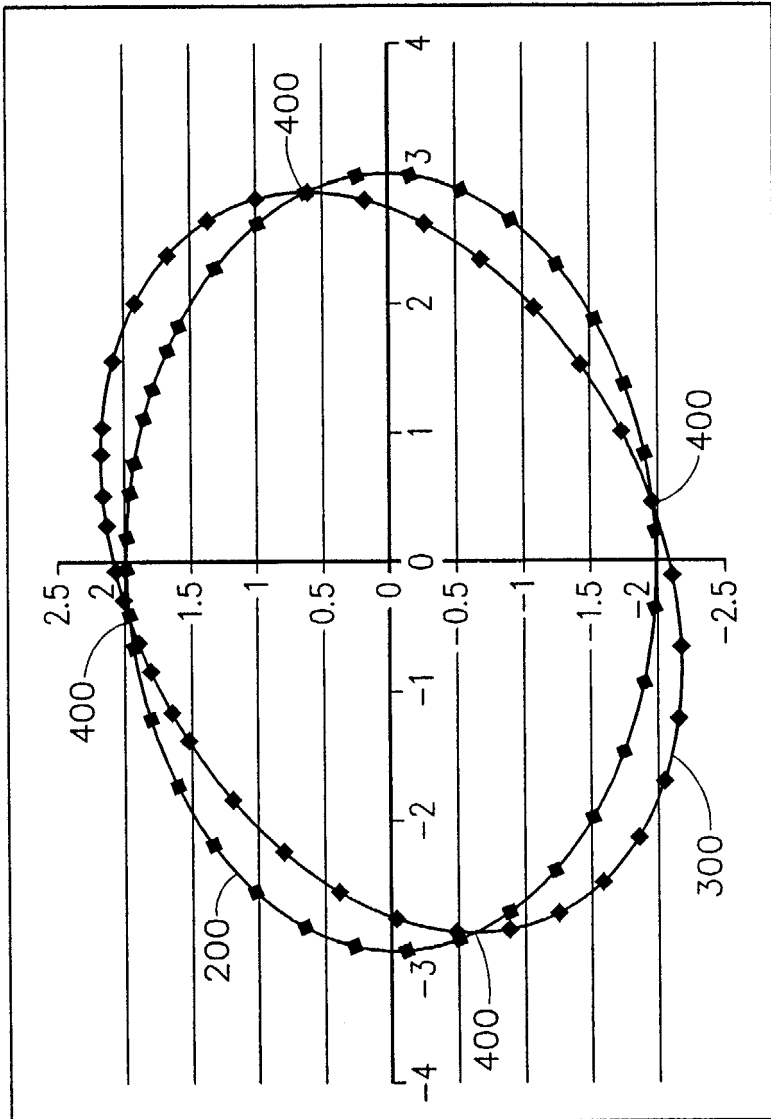


FIG. 4

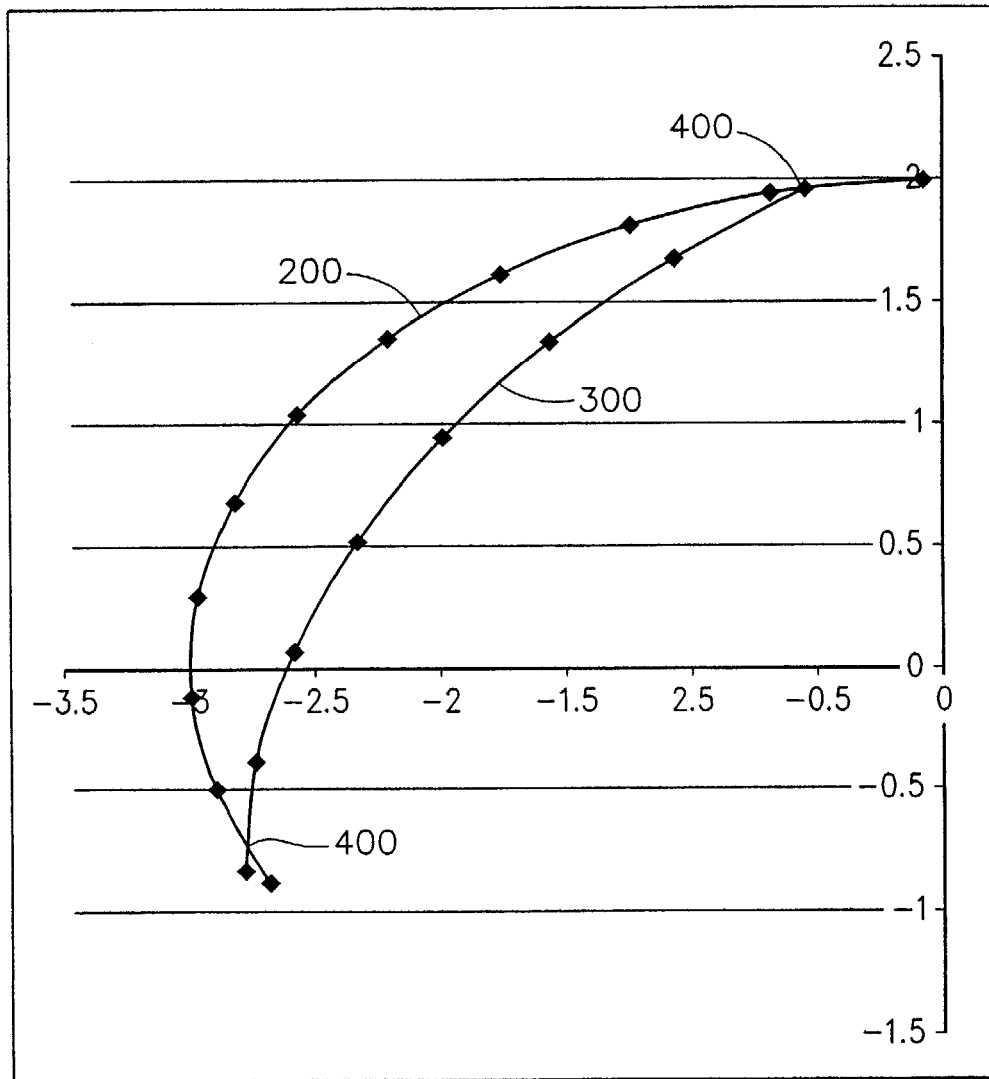


FIG. 5



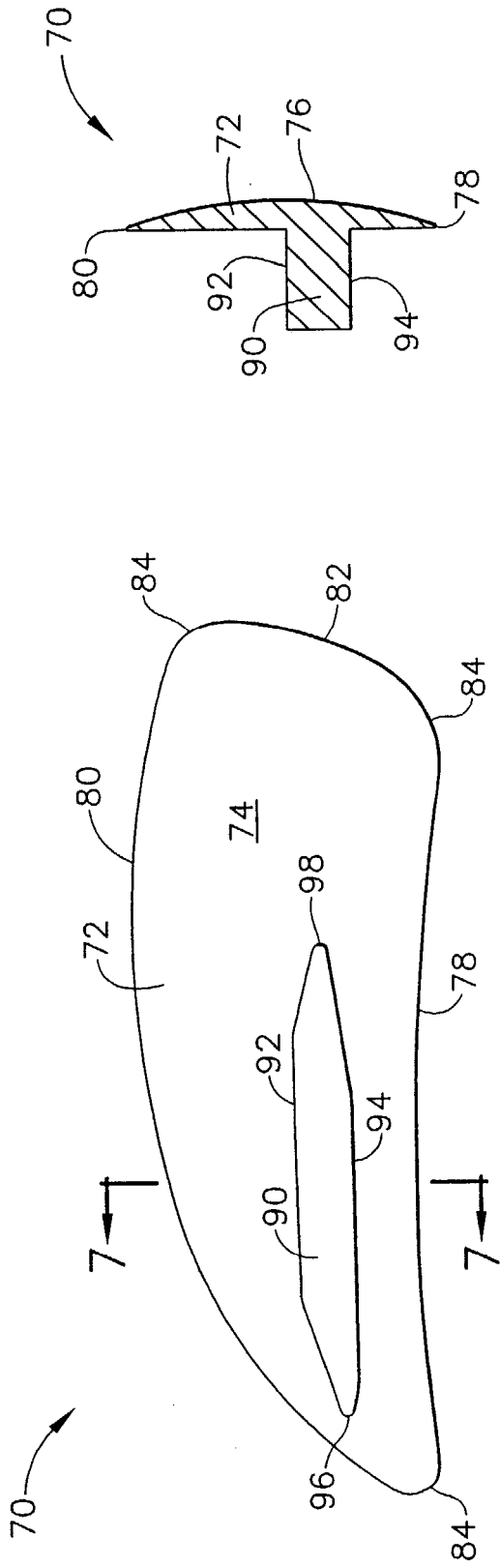


FIG. 6

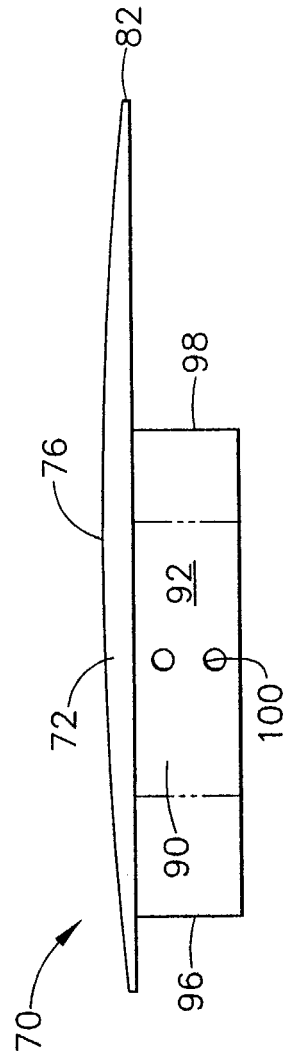


FIG. 8

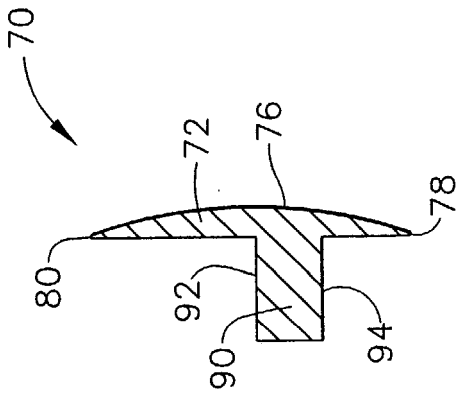


FIG. 7

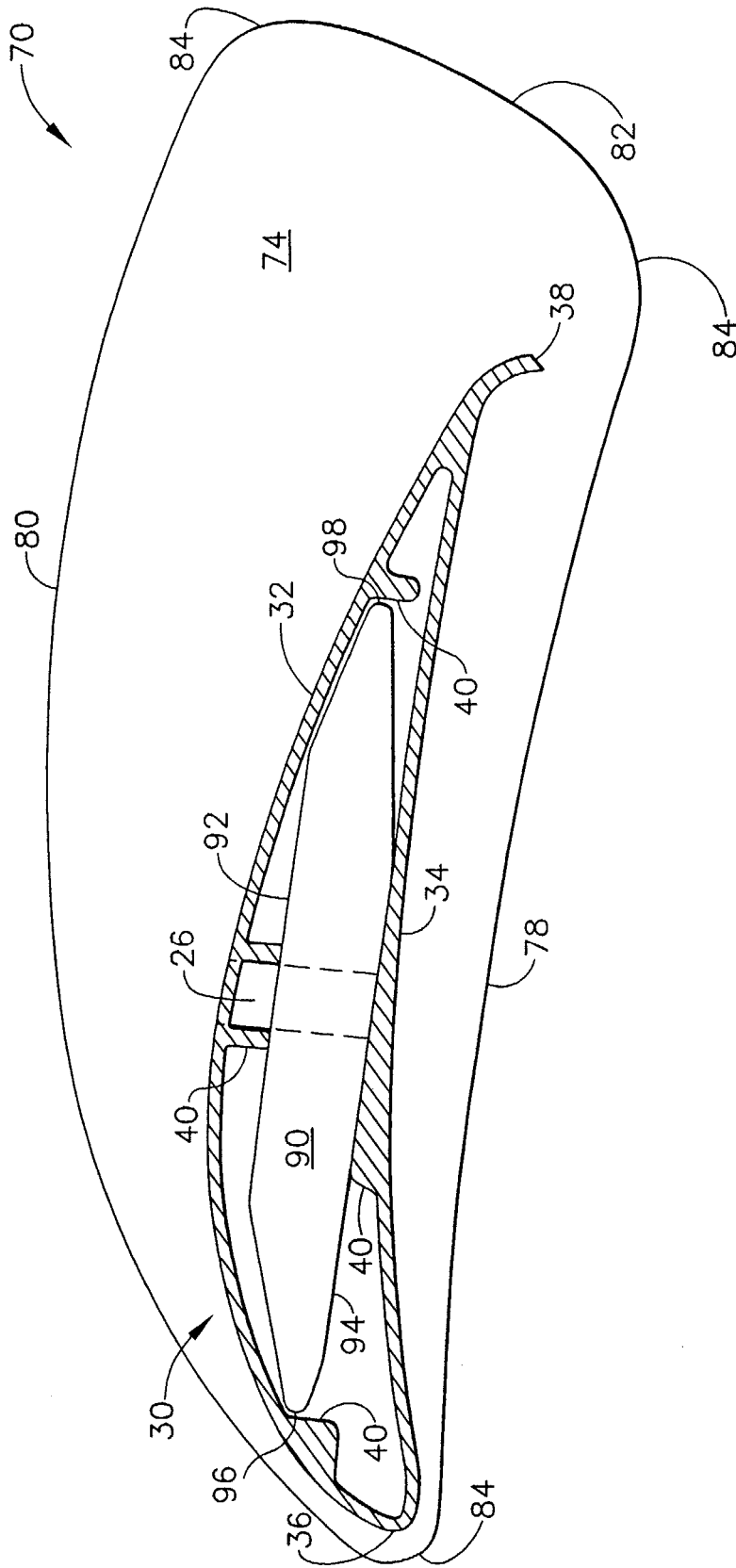


FIG. 9

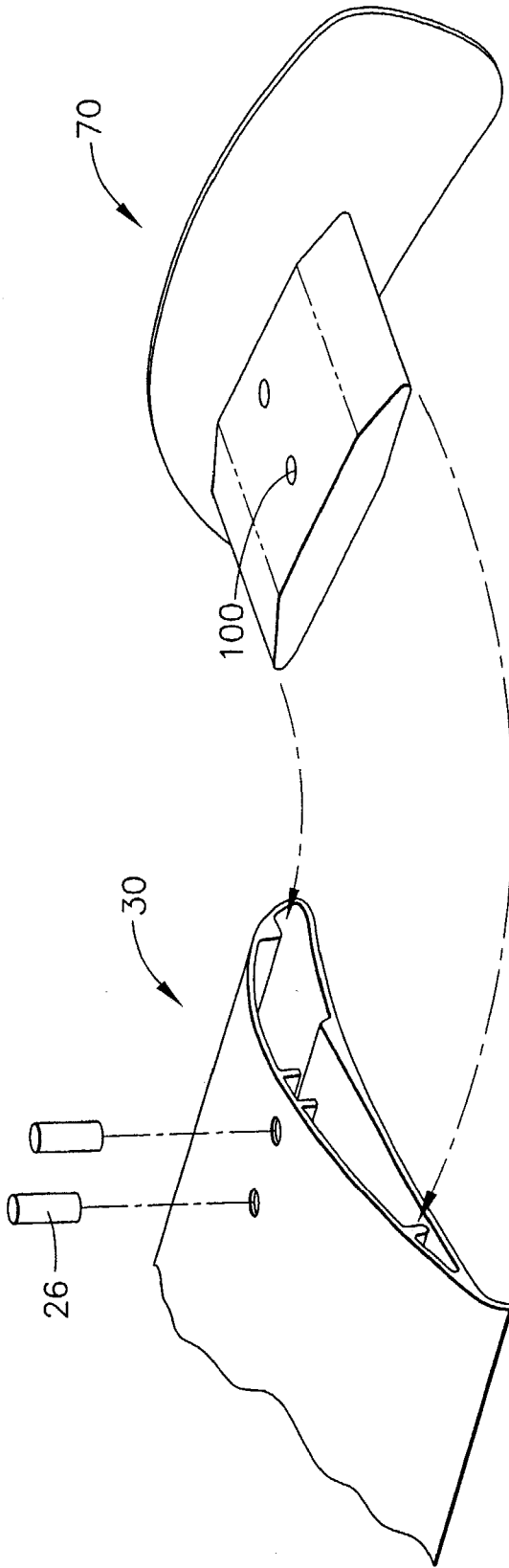


FIG. 10