

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 631 252**

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 05250654 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 1619392**

54 Título: **Palas de ventilador**

30 Prioridad:

21.07.2004 US 589945 P
28.01.2005 US 46593

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.08.2017

73 Titular/es:

DELTA T CORPORATION (100.0%)
800 WINCHESTER ROAD
LEXINGTON, KENTUCKY 40505, US

72 Inventor/es:

AYNSLEY, RICHARD MICHAEL

74 Agente/Representante:

SERRAT VIÑAS, Sara

ES 2 631 252 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

Palas de ventilador

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere generalmente a palas de ventilador y a modificaciones de palas de ventilador, y está dirigida particularmente a un perfil aerodinámico adecuado para el uso con una pala de ventilador y una aleta adecuada para el uso con una pala de ventilador.

10 La gente que trabajan en grandes estructuras tales como almacenes y plantas de fabricación pueden estar expuestas a condiciones de trabajo que varían entre incómodas y peligrosas. Lo mismo puede aplicarse también en entornos agrícolas, tales como en una estructura que está llena de ganado. En un día caluroso, la temperatura del aire interior puede alcanzar un punto en el que una persona u otro animal no puede mantener una temperatura corporal saludable o, de otro modo, deseable. En zonas en las que las temperaturas altas crean falta de comodidad o seguridad, puede desearse tener un dispositivo que puede hacerse funcionar para crear o potenciar un flujo de aire dentro de la zona. Tal flujo de aire puede facilitar, en parte, una reducción de temperatura en la zona.

20 Además, algunas actividades que se producen en estos entornos, tales como soldar o hacer funcionar motores de combustión interna, pueden crear contaminantes atmosféricos que pueden ser nocivos para las actividades expuestas. Los efectos de los contaminantes atmosféricos pueden ampliarse si el flujo de aire en la zona es menor que el ideal. En estas situaciones y similares, puede desearse tener un dispositivo que puede hacerse funcionar para crear o potenciar un flujo de aire dentro de la zona. Tal flujo de aire puede facilitar, en parte, la reducción de los efectos nocivos de los contaminantes, tal como mediante la dilución y/o eliminación de contaminantes.

25 En determinadas estructuras y entornos, puede aparecer un problema con la acumulación y permanencia del calor cerca del techo de la estructura. Esto puede ser un problema cuando la zona cerca del suelo de la estructura está relativamente más fría. Los expertos habituales en la técnica reconocerán inmediatamente desventajas que pueden aparecer en relación con tener esta u otra distribución aire/temperatura desequilibrada. En estas situaciones y similares, puede desearse tener un dispositivo que puede hacerse funcionar para crear o potenciar un flujo de aire dentro de la zona. Tal flujo de aire puede facilitar, en parte, la desestratificación y la estimulación de una distribución aire/temperatura más ideal.

30 También puede desearse tener un ventilador que pueda reducir el consumo de energía. Una reducción del consumo de energía de este tipo puede efectuarse teniendo un ventilador que funciona de manera eficiente (por ejemplo, se requiere menos energía para accionar el ventilador en comparación con otros ventiladores). Una reducción del consumo de energía puede efectuarse también teniendo un ventilador que mejora la distribución, de ese modo reduciendo los costes de calentamiento o enfriamiento asociados con otros dispositivos. El documento EP 0096255A da a conocer una pala de ventilador que tiene un lado superior con un radio de curvatura y un lado inferior con un radio de curvatura diferente. El preámbulo según 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; se entiende, sin embargo, que esta invención no se limita a las disposiciones precisas mostradas. En los dibujos, los 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 buje para montar palas de ventilador.

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

55 La figura 3 es una vista en sección transversal de un perfil aerodinámico de pala de ventilador a modo de ejemplo alternativo.

La figura 4 representa un gráfico que muestra dos elipses.

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

60 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 aleta-pala de la figura 9.

5 A continuación se hará referencia en detalle a la presente realización preferida de la invención, de la que se ilustra un ejemplo en los dibujos adjuntos.

Descripción detallada de una realización de la invención

10 Haciendo ahora referencia en detalle a los dibujos, en los que números similares indican los mismos elementos a lo largo de todas las vistas, la figura 1 muestra un buje 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 buje 10 de ventilador incluye una pluralidad de elementos 12 de montaje de buje en los que pueden montarse las palas 30 ó 50 de ventilador. En una realización, el buje 10 de ventilador está acoplado a un mecanismo de accionamiento para hacer rotar el buje 10 de ventilador a unas velocidades seleccionables o predeterminadas. Por tanto, un conjunto de buje 15 adecuado puede comprender el buje 10 y un mecanismo de accionamiento acoplado al buje 10. Evidentemente, un conjunto de buje puede incluir una variedad de elementos distintos, incluyendo un buje diferente, y el buje 10 de ventilador puede accionarse mediante cualquier medio adecuado. Adicionalmente, el buje 10 de ventilador puede tener cualquier número adecuado de elementos 12 de montaje de buje.

20 Tal como se muestra en las figuras 1 a 3, cada elemento 12 de montaje de buje tiene una superficie 14 superior y una superficie 16 inferior, que terminan en el borde 18 de ataque y el borde 20 de salida. Adicionalmente, cada elemento 12 de montaje de buje 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 un elemento 26 de sujeción. Cada elemento 12 de montaje de buje está configurado para recibir la pala 30 ó 50 de ventilador. Los 25 expertos habituales en la técnica apreciarán que los elementos 12 de montaje de buje pueden proporcionarse en una variedad de configuraciones alternativas.

30 En una realización, las palas 30 ó 50 de ventilador están montadas en el conjunto de buje dado a conocer en la patente estadounidense n.º 6.244.821. Evidentemente, las palas 30 ó 50 de ventilador pueden montarse en cualquier otro buje y/o conjunto de buje. Un conjunto de buje adecuado puede hacerse funcionar para rotar el buje 10 a cualquier velocidad angular adecuada. Solo a modo de ejemplo, tal velocidad angular puede estar en cualquier lugar en el intervalo de aproximadamente 7 y 108 revoluciones por minuto.

35 La figura 2 muestra una sección transversal de la pala 30 de ventilador a modo de ejemplo que tiene un borde 38 de salida ondulado, montado en el buje 10. La sección transversal está tomada a lo largo de un plano transversal ubicado en el centro de la pala 30 de ventilador, mirando hacia el buje 10. La pala 30 de ventilador tiene una superficie 32 superior y una 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 pendiente de aproximadamente 45° con respecto a la parte de la superficie 32 superior que está próxima al borde 38 de salida y la parte de superficie 34 inferior que está 40 próxima al borde 38 de salida. Evidentemente, el borde 38 de salida puede tener cualquier otra pendiente adecuada, tal como 0° solo a modo de ejemplo, de forma que comprende una única superficie plana. Para los expertos habituales en la técnica serán evidentes otras configuraciones adecuadas del borde 38 de salida.

45 En el presente ejemplo, la pala 30 de ventilador es sustancialmente hueca. Una pluralidad de nervios o protuberancias 40 están ubicados en el interior de la pala 30 de ventilador. Tal como se muestra, cuando el elemento 12 de montaje de buje se inserta en la pala 30 de ventilador, los nervios o protuberancias 40 se colocan de manera que están 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 buje. Por tanto, las protuberancias 40 proporcionan un ajuste forzado entre la pala 30 de ventilador y el elemento 12 de montaje de buje. Para los expertos habituales en la 50 técnica serán evidentes 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 buje.

55 Tal como se usa en el presente documento, a términos tales como "cuerda", "longitud de cuerda", "grosor máximo," "combadura máxima," "ángulo de ataque," y similares, deberá atribuirse el mismo significado atribuido a aquellos términos tal como se usa en la técnica de diseño de alas de avión u otro perfil aerodinámico. En una realización, la pala (30) de ventilador tiene una longitud de cuerda de aproximadamente 10 cm (6,4 pulgadas). La pala (30) de ventilador tiene un grosor máximo de aproximadamente un 16,2% de la cuerda; y una combadura máxima de aproximadamente un 12,7% de la cuerda. El radio del borde (36) de ataque es de aproximadamente un 3,9% de la cuerda. El radio del cuadrante de borde (38) de salida de la superficie (34) inferior es de aproximadamente un 6,8% 60 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 (3) de ventilador tiene una cuerda de aproximadamente 17 cm (6,6875 pulgadas). Evidentemente, puede usarse cualquier otra dimensión y/o proporción adecuada.

65 Solo a modo de ejemplo, la pala (30) de ventilador puede mostrar rendimientos aerodinámicos que varían desde aproximadamente 39,8, bajo condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 120.000, hasta aproximadamente 93,3, cuando el número de Reynolds es aproximadamente 250.000. Evidentemente, pueden

obtenerse otros rendimientos aerodinámicos con la pala (30) de ventilador.

5 En una realización, la pala (30) de ventilador muestra coeficientes de resistencia aerodinámica que varían desde aproximadamente 0,027, bajo condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 75.000, hasta aproximadamente 0,127, cuando el número de Reynolds es aproximadamente 112.500. Evidentemente, pueden obtenerse otros coeficientes de resistencia aerodinámica con la pala (30) de ventilador.

10 En un ejemplo, bajo condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 200.000, la pala (30) de ventilador mueve aire de manera que hay 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 una aerodinámica sin pérdidas para ángulos de ataque de entre aproximadamente -1° a 7°, bajo condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 112.000; y ángulos de ataque de entre aproximadamente -2° a 10°, cuando el número de Reynolds es aproximadamente 250.000. Evidentemente, estos valores son puramente a modo de ejemplo.

20 La figura 3 muestra una sección transversal de otra pala (50) de ventilador a modo de ejemplo que tiene generalmente una superficie (52) superior y una superficie (54) inferior elípticas, terminando cada una de las cuales en el borde (56) de ataque y el borde (58) de salida, montado en el buje (10). La sección transversal está tomada a lo largo de un plano transversal ubicado en el centro de la pala (50) de ventilador, mirando hacia el buje (10). En el presente ejemplo, la pala (50) de ventilador es hueca. Una pluralidad de protuberancias (60) están ubicadas en el interior de la pala (50) de ventilador. Tal como se muestra, cuando el elemento (12) de montaje de buje se inserta en la pala (50) de ventilador, las protuberancias (60) se colocan de manera que están 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 buje. Por tanto, las protuberancias (60) proporcionan un ajuste forzado entre la pala (50) de ventilador y el elemento (12) de montaje de buje. Para los expertos habituales en la técnica serán evidentes 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 buje.

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

$$[1] \quad x = a(\text{COS}(t)),$$

y

$$[2] \quad y = b(\text{SEN}(t)),$$

donde

a = longitud del radio primario,

b = longitud del radio secundario, y

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

50 Por consiguiente, puede generarse una primera elipse usando las ecuaciones anteriores. De manera similar, pueden 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:

$$[3] \quad x_2 = x(\text{COS}(\theta)) - y(\text{SEN}(\theta)),$$

y

$$[4] \quad y_2 = y(\text{COS}(\theta)) - x(\text{SEN}(\theta)),$$

donde

ES 2 631 252 T3

x_2 = la segunda coordenada "x" después de una rotación en sentido antihorario de la primera elipse de θ radianes alrededor del origen, e

y_2 = la segunda coordenada "y" después de una rotación en sentido antihorario de la primera elipse de θ radianes alrededor del origen.

Por tanto, las dimensiones de la segunda elipse dependen de las dimensiones de la primera elipse. Una segunda elipse (300) a modo de ejemplo se ilustra en el gráfico representado en la figura 4, donde $\theta = 0,525$ radianes. Se apreciará que, cuando se representan gráficamente una primera y segunda elipse según las ecuaciones [1] a [4], las dos elipses pueden intersectar 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).

La curvatura de la superficie (52) superior y la 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 un segmento de la primera elipse (200) y la segunda elipse (300) de este tipo 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 coordenadas de superficie para al menos una parte de la superficie (52) superior y la superficie (54) inferior de la pala (50) de ventilador.

Se apreciará que la razón de la longitud de cuerda con respecto al grosor de la pala (50) de ventilador puede variar con la cantidad de rotación, θ , con respecto a las dos elipses.

Evidentemente, pueden desviarse partes de la pala (50) de ventilador de la curvatura de las elipses primera y segunda. Solo a modo de ejemplo, y tal como se muestra en la figura 3, el borde (56) de ataque puede modificarse para que tenga una curvatura generalmente circular. Para los expertos habituales en la técnica serán evidentes otras desviaciones.

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, la pala (50) de ventilador está equipada con un borde (56) de ataque circular que tiene un diámetro de un 3,5% de la longitud de cuerda. Esta curvatura del borde (56) de ataque está ajustada tangencialmente a aquella de la superficie (52) superior y la superficie (54) inferior. Un ajuste de este tipo puede concebirse comparando las figuras 3 y 5. Evidentemente, 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 (7,87 pulgadas). Evidentemente, la pala (50) de ventilador puede tener cualquier otra longitud de cuerda adecuada.

En el presente ejemplo, el radio del borde (56) de ataque es aproximadamente un 3,5% de la cuerda. El grosor máximo de la pala (50) de ventilador es aproximadamente un 14,2% de la cuerda. La combadura máxima de la pala (50) de ventilador es aproximadamente un 15,6% de la cuerda. Evidentemente, 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 en un ángulo de ataque de 10° produce una fuerza de empuje de aproximadamente 2,4 kg (5,2 lb). Cuando rota a aproximadamente 7 revoluciones por minuto (rpm), desplaza aproximadamente 2500 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), desplaza aproximadamente 3500 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), desplaza aproximadamente 9100 m^3 por minuto (322.613 cfm). Pueden obtenerse otras fuerzas de empuje y/o volúmenes de desplazamiento con un ventilador que tiene palas (50) de ventilador.

Solo a modo de ejemplo, una pala (50) de ventilador que tiene un ángulo de ataque de aproximadamente 10° puede mostrar rendimientos aerodinámicos que varían desde aproximadamente 39, bajo condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 120.000, hasta aproximadamente 60, cuando el número de Reynolds es aproximadamente 250.000. Otros rendimientos aerodinámicos pueden obtenerse con la pala (50) de ventilador.

En una realización, la pala (50) de ventilador proporciona una aerodinámica sin pérdidas para ángulos de ataque entre aproximadamente 1° a 11° , bajo condiciones en las que el número de Reynolds es aproximadamente 112.000; para ángulos de ataque entre aproximadamente 0° y 13° , cuando el número de Reynolds es aproximadamente 200.000; y para ángulos de ataque entre aproximadamente 1° a 13° , cuando el número de Reynolds es aproximadamente 250.000. Evidentemente, estos valores son puramente 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 motor de aproximadamente 8,9 Nm (78,80 pulgadas-libra (in.lbs.)) y un caudal de aproximadamente 970 m^3 por minuto

ES 2 631 252 T3

(34.169 cfm). Por tanto, el ventilador tiene una eficiencia de aproximadamente 18 m³/por minuto/vatio (632,76 cfm/vatio).

5 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 motor de aproximadamente 21 Nm (187,53 pulgadas-libra (in.lbs)) y un caudal de aproximadamente 800 m³ por minuto (62.421 cfm). Por tanto, el ventilador tiene una eficiencia de aproximadamente 22 m³ por minuto/vatio (761,23 cfm/vatio).

10 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 motor de aproximadamente 43 Nm (376,59 pulgadas-libra (in.lbs)) y un caudal de aproximadamente 2700 m³ por minuto (96.816 cfm). Por tanto, el ventilador tiene una eficiencia de aproximadamente 10 m³ por minuto/vatio (368,12 cfm/vatio).

15 Lo siguiente puede aplicarse a cualquier pala de ventilador, incluyendo solo a modo de ejemplo, una pala (30) de ventilador o una pala (50) de ventilador:

20 En una realización, cada pala (30 ó 50) de ventilador comprende un continuo homogéneo de material. Solo a modo de ejemplo, las palas (30 y 50) de ventilador pueden construirse en aluminio extruido. Sin embargo, se apreciará que las palas (30 y/o 50) de ventilador pueden construirse en otro material o materiales adecuado(s), incluyendo pero sin limitarse a cualquier metal y/o plástico. Adicionalmente, 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, doblado, soldadura, y/o moldeado. Para los expertos habituales en la técnica serán evidentes otros materiales y métodos de fabricación adecuados.

30 Cuando la pala (30 ó 50) de ventilador está montada en el buje (10), los elementos (12) de montaje de buje pueden extenderse al interior de la pala (30 ó 50) de ventilador aproximadamente 15 cm (6 pulgadas), solo a modo de ejemplo. Alternativamente, los elementos (12) de montaje de buje pueden extenderse al interior de la pala (30 ó 50) de ventilador hasta cualquier longitud adecuada. Se apreciará también que el buje (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 parcialmente en el interior como parcialmente en el exterior de las palas (30 ó 50) de ventilador.

35 La pala (30 ó 50) de ventilador puede incluir también una o más aberturas configuradas para alinearse con las aberturas (22) en el elemento (12) de montaje de buje. En esta realización, cuando las aberturas en la pala (30 ó 50) de ventilador están alineadas con las aberturas (22) en el elemento (12) de montaje de buje, puede insertarse un elemento (26) de sujeción a través de la abertura para fijar la pala (30 ó 50) de ventilador al elemento (12) de montaje de buje. En una realización, el elemento (26) de sujeción es un perno. Para los expertos habituales en la técnica serán evidentes otras alternativas adecuadas para elemento(s) (26) de sujeción, incluyendo pero sin limitarse a adhesivos. Por consiguiente, se entenderá que las aberturas (22) son opcionales.

40 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 tener cualquier otra longitud adecuada. En una realización, la pala (30 ó 50) de ventilador y el buje (10) están dimensionados de manera que un ventilador que comprende las palas (30 ó 50) de ventilador y el buje (10) tiene un diámetro de aproximadamente 7 m (24 pies). En otra realización, la pala (30 ó 50) de ventilador y el buje (10) están dimensionados de manera que un ventilador que comprende las palas (30 ó 50) de ventilador y el buje (10) tiene un diámetro de aproximadamente 4 m (14 pies).

50 Para los expertos habituales en la técnica serán evidentes otras dimensiones adecuadas.

55 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. En otras palabras, 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. Solo a modo de ejemplo, puede retirarse una parte del "extremo de montaje de buje" de la pala (30 ó 50) de ventilador (es decir el extremo de la pala (30 ó 50) de ventilador que estará montado en el buje (10)). 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 buje (10).

60 Alternativamente, la pala (30 ó 50) de ventilador puede formarse o construirse de manera que una parte del extremo de montaje de buje u otra parte se omite, se rebaja, o de otro modo "falta." Se apreciará que la ausencia de tal parte (independientemente de si se retiró o nunca estuvo presente de antemano) puede aliviar los problemas asociados con las palas (30 ó 50) que interfieren entre sí en el buje (10). Varios factores pueden provocar una interferencia de este tipo, incluyendo pero sin limitarse a la longitud de cuerda de las palas (30 ó 50) de ventilador. Evidentemente, los 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.

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

Los expertos habituales en la técnica apreciarán que la pala (30 ó 50) de ventilador puede tener un ángulo de ataque
 10 cero o distinto de cero. Solo a modo de ejemplo, cuando está montada en el elemento (12) de montaje de buje, la pala (30 ó 50) de ventilador puede tener un ángulo de ataque en el intervalo de aproximadamente -1 a 7° , inclusive; entre -2° y 10° , inclusive; o de aproximadamente 7° , 8° , 10° , o 13° solo a modo de ejemplo. Evidentemente, 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 el ángulo de ataque puede proporcionarse teniendo el elemento (12) de montaje de buje con el ángulo de ataque deseado.

15 Alternativamente, el ángulo de ataque del elemento (12) de montaje de buje puede ser cero, y un ángulo de ataque para la pala (30 ó 50) de ventilador puede proporcionarse mediante una torsión en la pala (30 ó 50) de ventilador. En otras palabras, la pala (30 ó 50) de ventilador puede ser sustancialmente recta a lo largo de la longitud a la que el elemento (12) de montaje de buje se extiende en la pala (30 ó 50) de ventilador, y puede proporcionarse una torsión
 20 para proporcionar un ángulo de ataque a la parte restante de la pala (30 ó 50) de ventilador. Una torsión de este tipo puede producirse sobre cualquier longitud adecuada de la pala (30 ó 50) de ventilador (por ejemplo toda la parte restante de la longitud de la pala (30 ó 50) de ventilador tiene una torsión; o la torsión es breve, de manera que casi toda la parte restante de la pala (30 ó 50) de ventilador es sustancialmente recta; etc.). Para los expertos habituales en la técnica aún serán evidentes otras configuraciones y métodos adecuados para proporcionar un ángulo de
 25 ataque para toda o parte de la pala (30) de ventilador. Adicionalmente, se apreciará que toda 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 de ventilador (por ejemplo, 30 ó 50) puede modificarse de varias maneras. Tales modificaciones pueden alterar las características de rendimiento del ventilador.
 30 Tal como se ilustra en una forma a modo de ejemplo en las figuras 6 a 10, una modificación de este tipo puede incluir una aleta (70). Mientras que las aletas (70) se comentarán en el contexto de las palas (30 y 50) de ventilador, se apreciará que las aletas (70) pueden usarse con cualquier otra pala de ventilador adecuada.

La aleta (70) del presente ejemplo incluye un elemento (72) vertical. El elemento (72) vertical comprende una
 35 superficie (74) interior plana y una superficie (76) exterior redondeada. Para los expertos habituales en la técnica serán evidentes otras configuraciones adecuadas para la superficie (74) interior y la superficie (76) exterior. 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) trasero. Cada borde (78, 80, y 82) se encuentra generalmente en la respectiva esquina (84). Por tanto, en el presente ejemplo, el elemento (72) vertical tiene tres esquinas (84). Tal como se muestra, cada
 40 esquina (84) está redondeada. Por consiguiente, el término "esquina," tal como se usa este término en el presente documento, no deberá interpretarse como que se requiere un ángulo agudo. En otras palabras, no es necesario que una esquina se limite a un punto o región en la que se encuentran o intersecan un par de líneas rectas. Mientras que en el presente ejemplo, el elemento (72) vertical se describe con tres esquinas, se apreciará que el elemento (72) vertical puede tener cualquier número adecuado de esquinas (84).

45 Para los expertos habituales en la técnica serán evidentes otras variaciones del elemento (72) vertical.

La aleta (70) del presente ejemplo incluye además un elemento (90) de montaje de aleta, que se extiende sustancialmente en perpendicular desde la superficie (74) interior del elemento (72) vertical. Tal como se muestra, el
 50 elemento (90) de montaje de aleta está configurado de manera similar al elemento (12) de montaje de buje. 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. Adicionalmente, cada elemento (92) de montaje de aleta incluye unas 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 el elemento (26) de sujeción. El elemento
 55 (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 los elementos (90) de montaje de aleta pueden proporcionarse en una variedad de configuraciones alternativas.

La figura 9 muestra una sección transversal de la pala (30) de ventilador con la aleta (70) montada en la misma. La
 60 sección transversal está tomada a lo largo de un plano transversal ubicado en el centro de la pala (30) de ventilador, mirando hacia la aleta (70) (es decir lejos del buje (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 buje, el elemento (90) de montaje de aleta se ajusta de manera forzada contra las protuberancias (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,
 65 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) trasero de la aleta (70) se extiende más allá del borde (38 ó 58) de salida de la pala (30 ó 50) de ventilador. Evidentemente, las aletas (70) y las palas (30 ó 50) de ventilador puede tener cualquier otra dimensión y/o configuración relativos.

5 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) colocada(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 fijarse 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 fijación de enclavamiento de cabeza delgada, tales como tornillos sujetadores usados ocasionalmente para unir un gran volumen de papeles conjuntamente (por ejemplo, un tornillo "macho" con una superficie exterior roscada configurada para acoplarse con un tornillo "hembra" que tiene una superficie interior roscada). Sin embargo, puede usarse cualquier otro elemento de sujeción, incluyendo pero sin limitarse a adhesivos. Por consiguiente, se apreciará que las aberturas (100) son opcionales.

20 Se apreciará también que no se necesario insertar el elemento (90) de montaje de aleta en un extremo de la pala (30 ó 50) de ventilador. En otras palabras, y de manera similar a los elementos (12) de montaje de buje, el elemento (90) de montaje de aleta puede hacerse ajustar 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. Para los expertos habituales en la técnica aún serán evidentes otras configuraciones.

25 En una realización alternativa, la aleta (70) carece del elemento (90) de montaje, y tiene en su lugar un rebaje formado en la superficie (74) interior del elemento (72) vertical. En esta realización, la punta de la pala (30 ó 50) de ventilador está insertada en la aleta (70) para la unión de la aleta (70) a la pala (30 ó 50) de ventilador. En aún otra realización, la pala (30 ó 50) de ventilador está formada de manera solidaria con la aleta (70). Por consiguiente, los expertos habituales en la técnica apreciarán que existe una variedad de configuraciones para proporcionar la pala (30 ó 50) de ventilador con la aleta (70).

30 Mientras que el elemento (72) vertical se muestra sustancialmente perpendicular al elemento (90) de montaje, se apreciará que estos dos elementos pueden estar en cualquier ángulo adecuado uno con respecto al otro. Por tanto, y solo a modo de ejemplo, el elemento (72) vertical puede inclinarse hacia dentro o hacia fuera cuando la aleta (70) está unida a la pala (30 ó 50) de ventilador. Alternativamente, el elemento (72) vertical puede comprender más de un ángulo. En otras palabras, el elemento (72) vertical puede configurarse de manera que la parte superior del elemento vertical y la parte inferior del elemento vertical se inclinen cada una hacia dentro cuando la aleta está unida a la pala (30 ó 50) de ventilador. Para los expertos habituales en la técnica serán evidentes otras variaciones de la aleta (70), incluyendo pero sin limitarse a variaciones angulares.

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

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

50 Se apreciará también 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 elevación cerca de las puntas de las palas (30 ó 50) de ventilador. Las aletas (70) puede impedir 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 impedimento puede forzar a que el aire fluya de manera más normal desde el borde (36 ó 56) de ataque hasta el borde (38 ó 58) de salida, potenciando de ese modo la eficiencia de un ventilador que tiene las palas (30 ó 50) de ventilador con las aletas (70), al menos a determinadas velocidades de rotación.

55 En un ejemplo, las aletas (70) están unidas 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), el caudal de aire del ventilador se aumenta un 4,8% a 171 rpm.

60 En otro ejemplo, las aletas (70) están unidas 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), el caudal de aire del ventilador se aumenta un 4,4% a 75 rpm

65 Las siguientes dos tablas ilustran las eficiencias que pueden obtenerse añadiendo las aletas (70) a un ventilador que tiene un diámetro de 4 m (14 pies):

Tabla 1: Ventilador sin aletas (70)

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

5

Tabla 2: Ventilador con aletas (70)

Velocidad (rpm)	Potencia máx. (vatio)	Potencia prom. (vatio)	Par motor (Nm)	Caudal (m ³ por minuto)	Eficiencia (m ³ por minuto/vatio)
12,5	50	42	2,0 (18,56 in. lbs)	760 (26.815 cfm)	18 (638,45 cfm/vatio)
25	58	43	8,9 (18,39 in.lbs)	1300 (46.547 cfm)	31 (1.082,49 cfm/vatio)
37,5	68	49	21 (186,00 in.lbs)	1700 (61.661 cfm)	36 (1.258,39 cfm/vatio)
50	241	198	43 (354,61 in.lbs)	2500 (87.552 cfm)	13 (442,18 cfm/vatio)
62,5	591	528	64 (582,78 in.lbs)	3400 (120.859 cfm)	6 (228,90 cfm/vatio)
75	980	950	95 (847,41 in.lbs)	3900 (136.560 cfm)	4 (143,75 cfm/vatio)

10 Evidentemente, pueden alcanzarse otros valores mediante el uso de las aletas (70). Adicionalmente, para los expertos habituales en la técnica serán evidentes variaciones adecuadas de las aletas, incluyendo pero sin limitarse a configuraciones de aleta alternativas.

15 En resumen, se han descrito numerosos beneficios que se obtienen como resultado al emplear los conceptos de la invención. La descripción anterior de una o más realizaciones de la invención se ha presentado con fines de ilustración y descripción. No se pretende que sea exhaustiva o limite la invención a la forma precisa dada a conocer. Son posibles modificaciones o variaciones obvias a la luz de las enseñanzas anteriores. La una o más realizaciones se escogieron y describieron con el fin de ilustrar de la mejor manera los principios de la invención y su aplicación práctica para permitir de ese modo a un experto habitual en la técnica utilizar de la mejor manera la invención en diversas realizaciones y con diversas modificaciones que son adecuadas para el uso particular contemplado. Se pretende que el alcance de la invención esté definido por las reivindicaciones adjuntas a la misma.

20

REIVINDICACIONES

1. Pala (50) de ventilador configurada para montarse en un buje de ventilador rotativo (10), comprendiendo la pala (50) de ventilador:

- 5 (a) una superficie (52) superior que tiene una curvatura generalmente elíptica;
- (b) una superficie (54) inferior que tiene una curvatura generalmente elíptica;
- 10 (c) un borde (56) de ataque, en la que la superficie (52) superior y la superficie (54) inferior terminan cada una en el borde (56) de ataque; y
- (d) un borde (58) de salida, en la que la superficie (52) superior y la superficie (54) inferior terminan cada una en el borde (58) de salida;

15 caracterizada porque:

la curvatura de la superficie (52) superior está basada en una primera elipse (200) que tiene un primer radio primario y un primer radio secundario;

20 la curvatura de la superficie (54) inferior está basada en una segunda elipse (300) que tiene un segundo radio primario y un segundo radio secundario; y

en la que el primer radio primario y el primer radio secundario no son iguales.

25 2. Pala de ventilador según la reivindicación 1, que comprende además: un primer radio de curvatura próximo al borde (56) de ataque, y un segundo radio de curvatura próximo al borde (58) de salida, en la que el primer radio de curvatura es inferior al segundo radio de curvatura.

30 3. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que la curvatura de la segunda elipse (300) depende de la curvatura de la primera elipse (200).

35 4. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que la primera elipse (200) se genera basándose al menos en parte en las siguientes ecuaciones:

$$[1] \quad x = a(\text{COS}(t)),$$

y

$$[2] \quad y = b(\text{SEN}(t)),$$

en la que x e y proporcionan un gráfico x-y de la primera elipse (200),

en la que a = longitud del primer radio primario,

en la que b = longitud del primer radio secundario, y

en la que t = ángulo de rotación de un radio alrededor de un origen.

50 5. Pala de ventilador según la reivindicación 4, en la que la segunda elipse (300) se genera basándose al menos en parte en las siguientes ecuaciones:

$$[3] \quad x_2 = x(\text{COS}(\theta)) - y(\text{SEN}(\theta)),$$

55 y

$$[4] \quad y_2 = y(\text{COS}(\theta)) - x(\text{SEN}(\theta)),$$

en la que

60 x_2 y y_2 proporcionan un gráfico x-y de la segunda elipse (300), y

en la que θ = un ángulo de rotación de la primera elipse alrededor del origen.

6. Pala de ventilador según la reivindicación 5, en la que $\theta = 0,525$ radianes.
- 5 7. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que la sección transversal de la pala (50) de ventilador es uniforme a lo largo de la longitud de la pala (50) de ventilador.
8. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que la pala (50) de ventilador es sustancialmente recta a lo largo de la longitud de la pala (50) de ventilador.
- 10 9. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que la pala (50) de ventilador es sustancialmente hueca.
10. Pala de ventilador según la reivindicación 1, en la que la pala (50) de ventilador está formada por aluminio extruido.
- 15

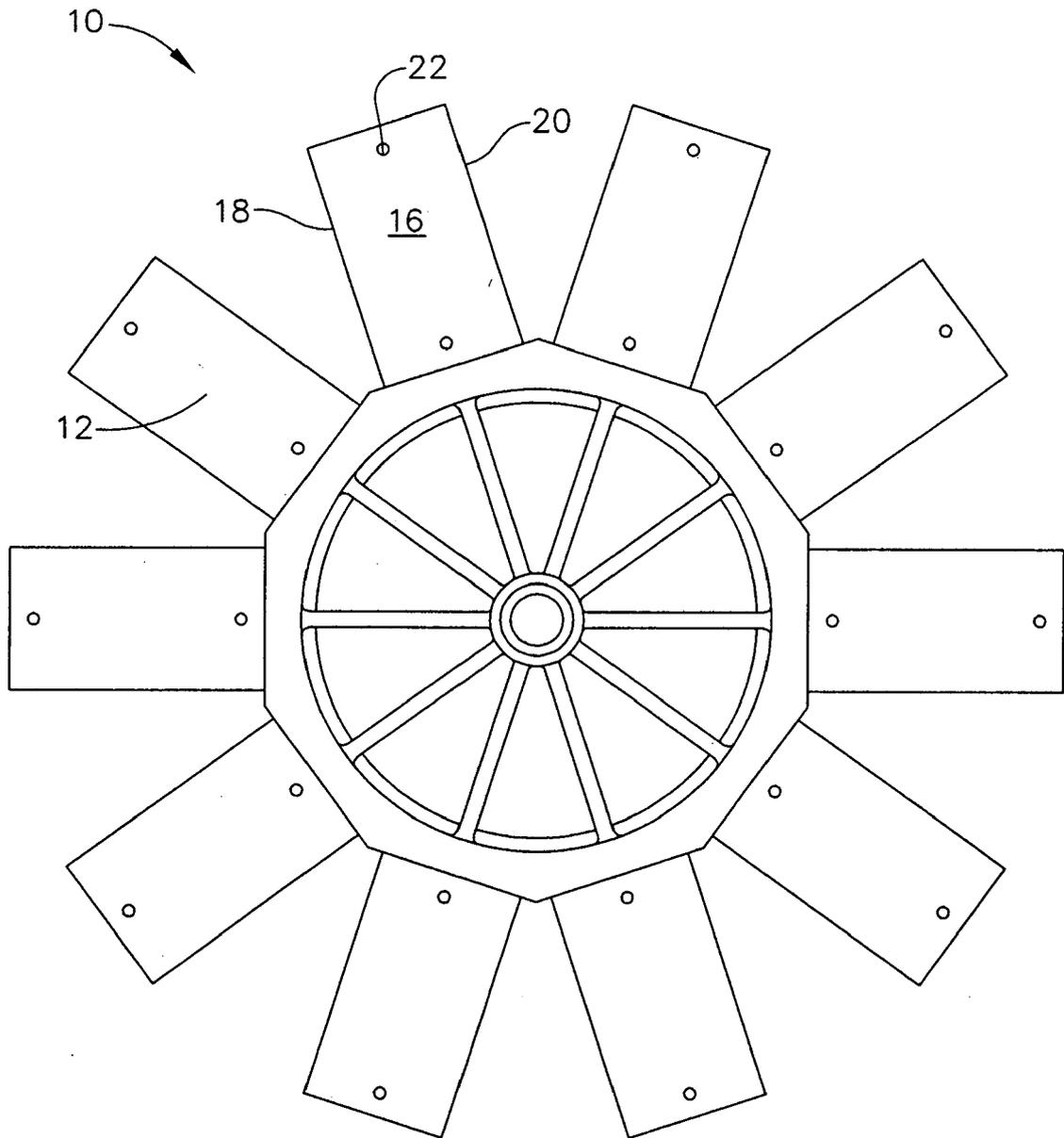


FIG. 1

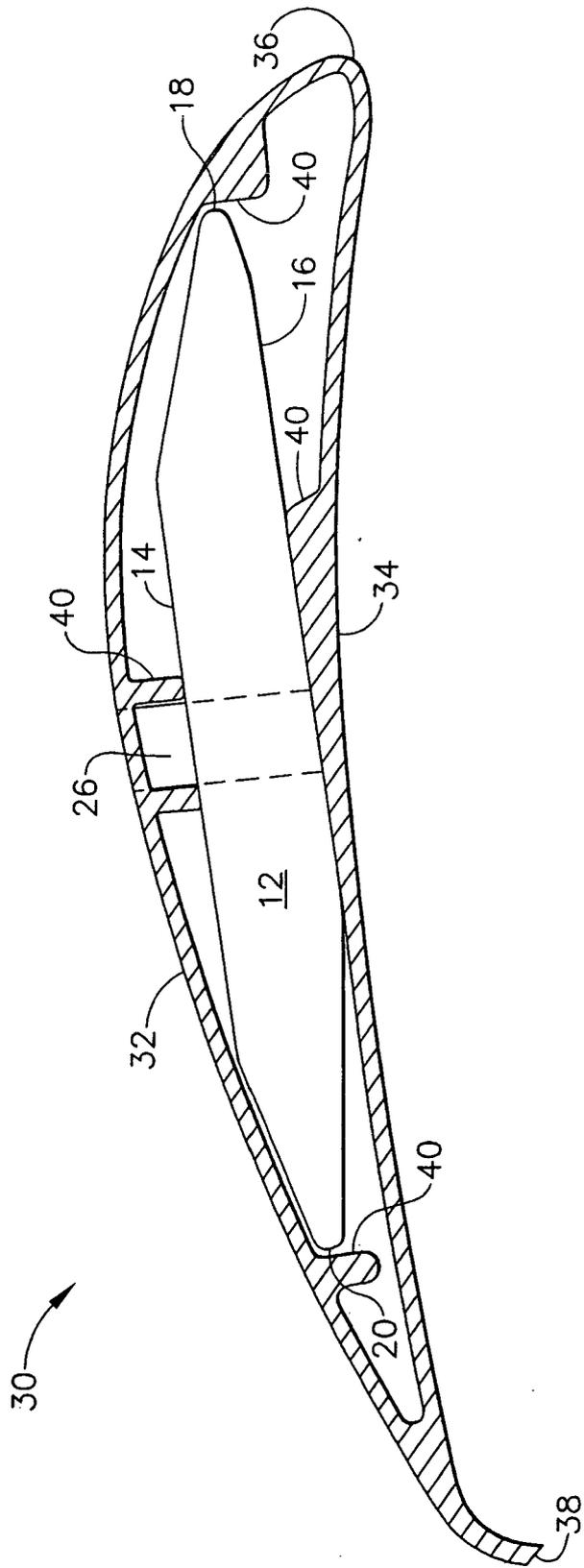


FIG. 2

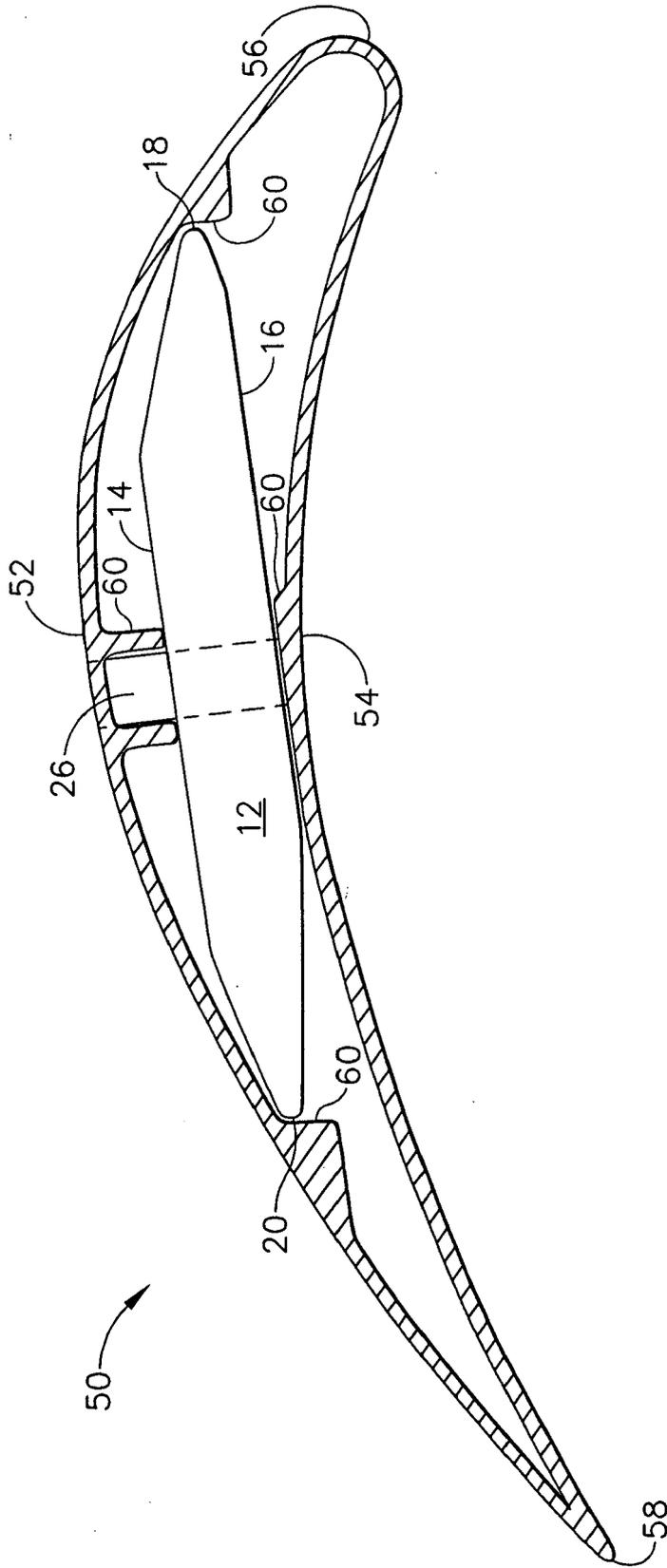


FIG. 3

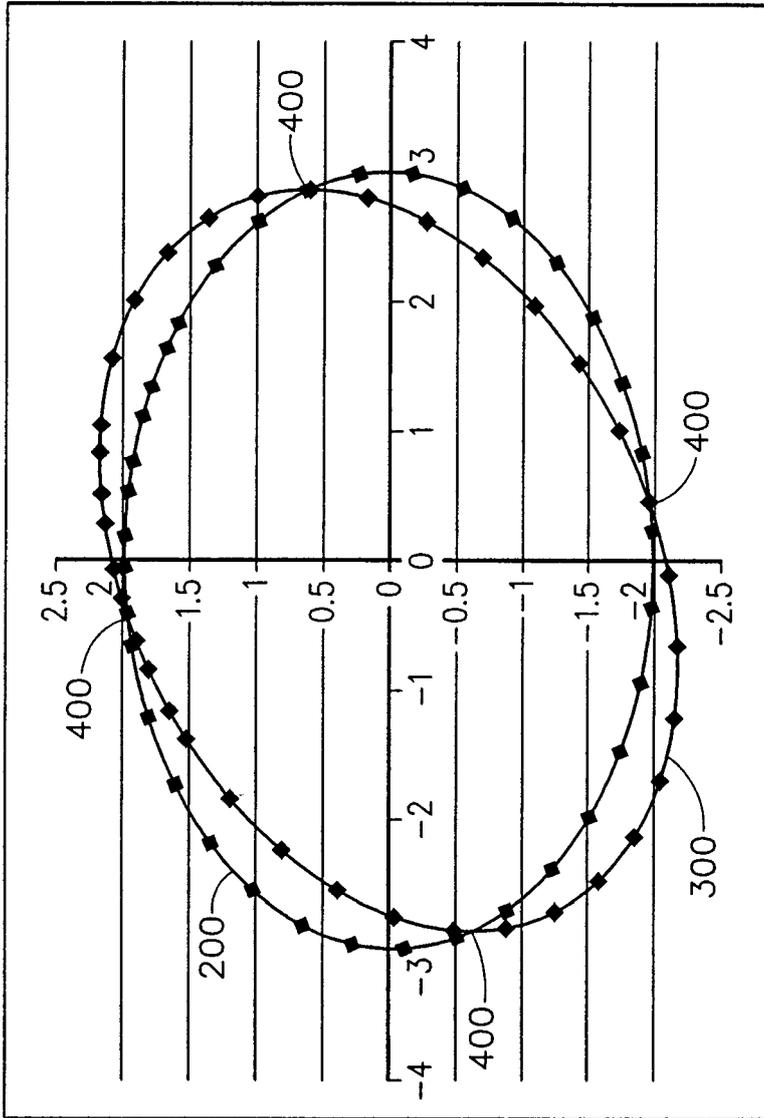


FIG. 4

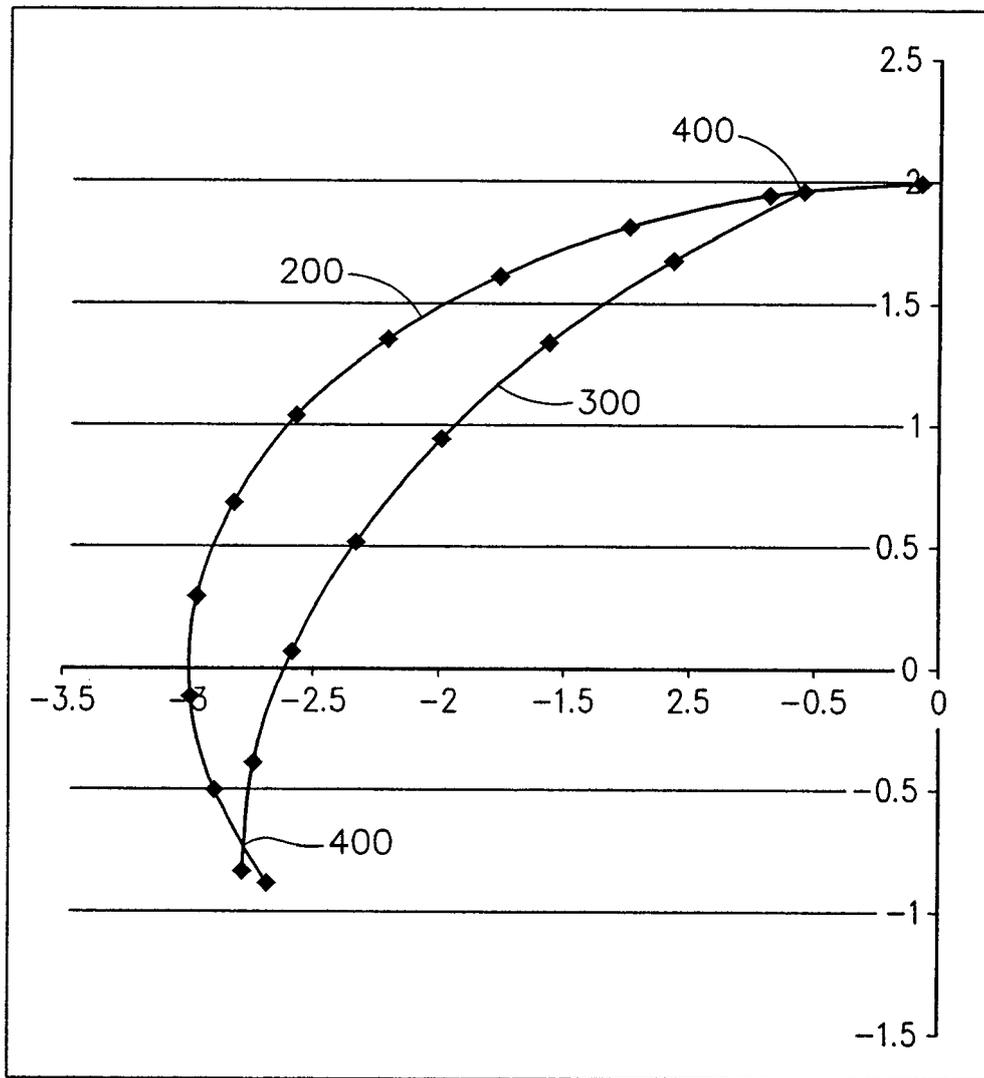


FIG. 5

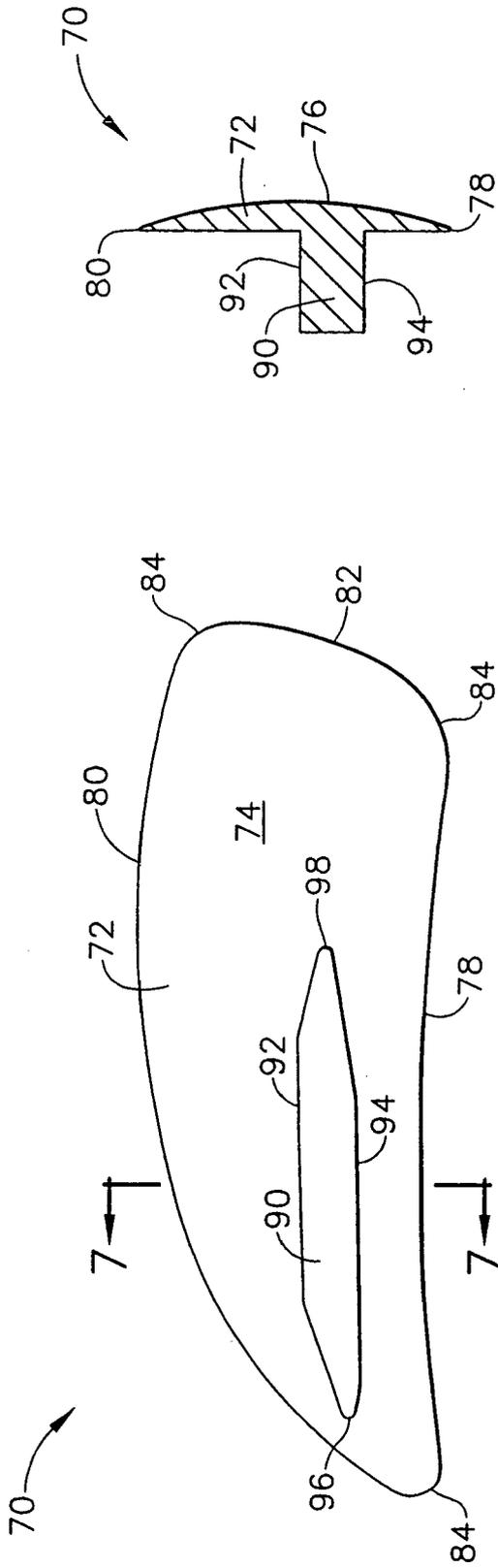


FIG. 6

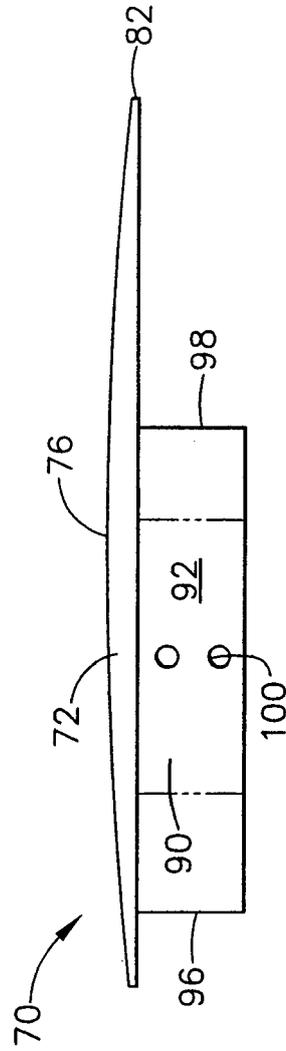


FIG. 8

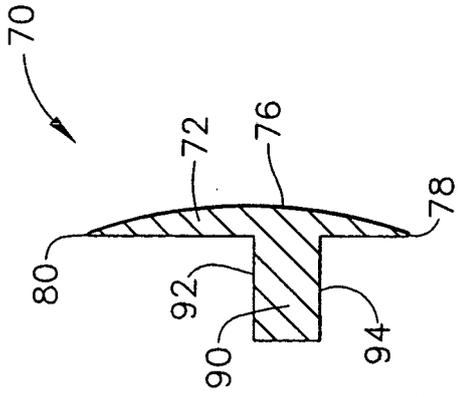


FIG. 7

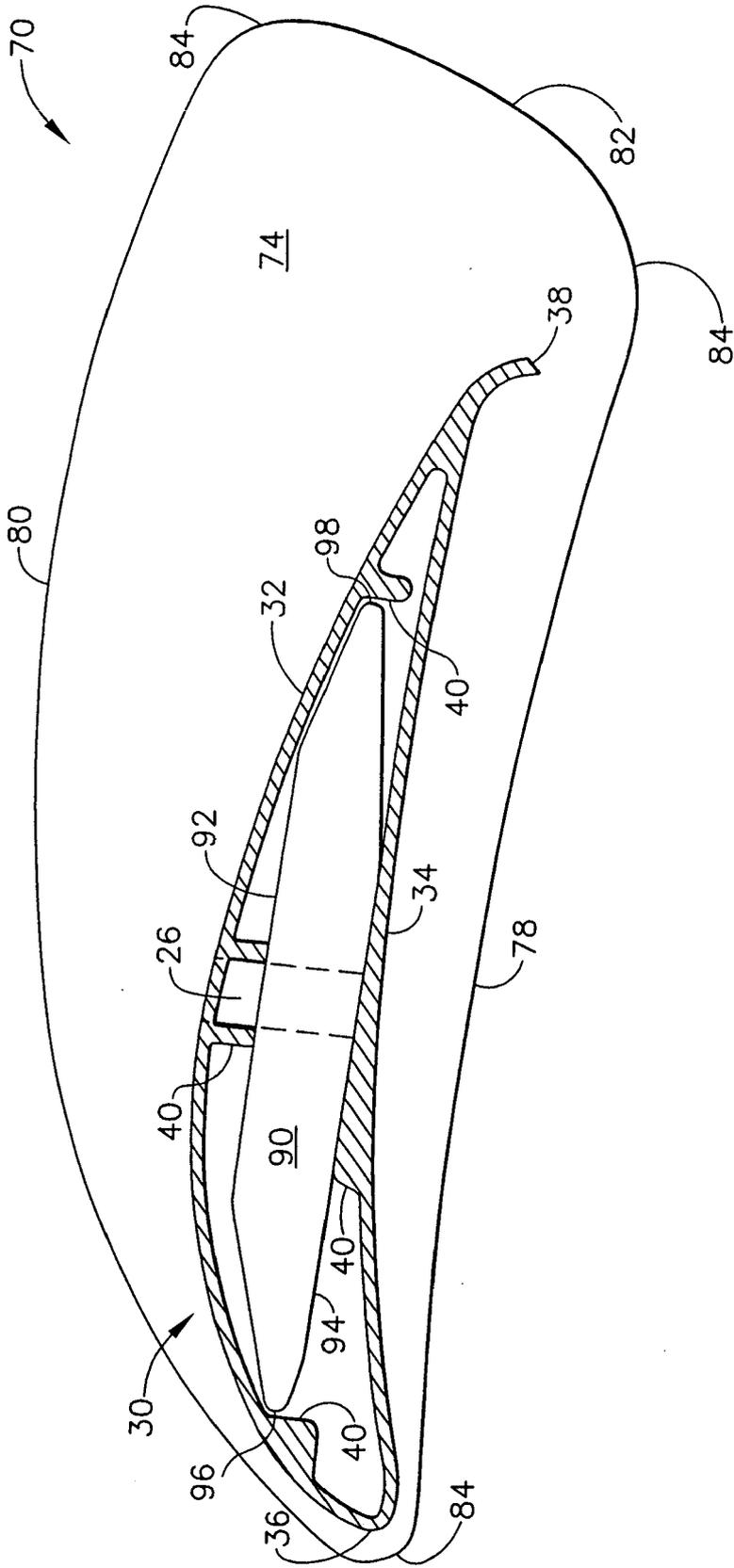


FIG. 9

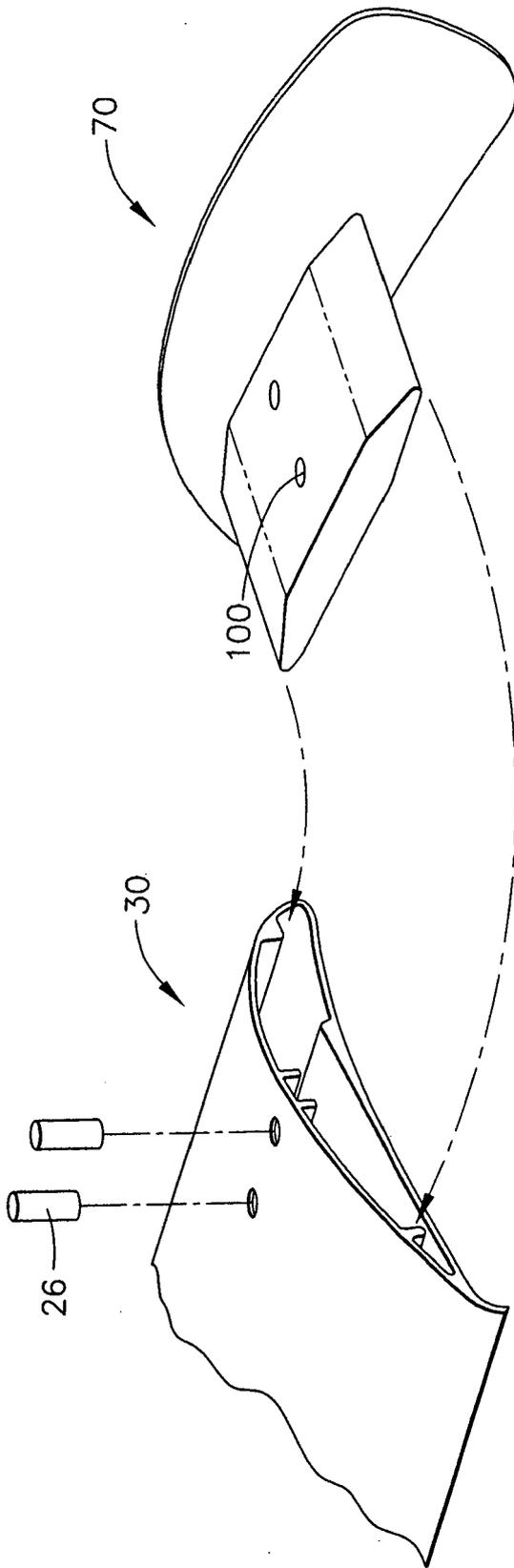


FIG. 10