

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 623**

51 Int. Cl.:  
**B29C 70/48** (2006.01)  
**B29C 70/86** (2006.01)  
**B29D 99/00** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05405265 .9**  
96 Fecha de presentación: **23.03.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1704990**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.09.2006**

54 Título: **PALA DE HÉLICE DE VENTILADOR Y PROCEDIMIENTO PARA SU FABRICACIÓN.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.03.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.03.2012**

73 Titular/es:  
**3A Technology & Management AG**  
**Badischer Bahnhofstrasse 16**  
**8212 Neuhausen am Rheinfall, CH**

72 Inventor/es:  
**Anderegg, Kurt y**  
**Wilde, Dirk**

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

**ES 2 375 623 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 hélice de ventilador y procedimiento para su fabricación

La presente invención se refiere a una pala de hélice de ventilador de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un procedimiento para su fabricación, ver el documento US-A-6227805.

- 5 Las instalaciones de ventilación para intercambiadores de calor o para climatización de espacios grandes son configuradas, en general, con ventiladores de baja velocidad, llamados también soplantes axiales, que son accionados por medio de hélices, designadas también como rodete de ventilador, propulsor aéreo o rueda de paletas. Estos ventiladores trabajan de forma silenciosa y, por lo tanto, son especialmente adecuados para aplicaciones, en las que se desea un funcionamiento silencioso.
- 10 Una hélice contiene en cada caso una pluralidad de palas de hélice dispuestas alrededor de un árbol. En tales palas de hélice se plantean altos requerimientos. Con respecto a sus propiedades dinámico-mecánicas, las hélices deben trabajar en el intervalo del número de revoluciones desde 300 hasta 500 U/min (revoluciones por minuto). De esta manera se producen en la pala de hélice en el funcionamiento tensiones de tracción provocadas por fuerzas centrífugas y tensiones de flexión generadas a través del transporte del aire.
- 15 Además, las palas de hélices deben ser resistentes a las condiciones atmosféricas, en particular a la humedad y a la radiación UV. La resistencia a la temperatura debe extenderse desde aproximadamente -20°C hasta aproximadamente 100°C. Además, deben ser resistentes químicamente, es decir, que deben presentar una corrosión reducida una duración de vida útil larga.
- 20 Los desequilibrios lo más reducidos posible deben garantizar, además, una estabilidad grande de la marcha y un funcionamiento sin desgaste así como económico de las hélices, de manera que las palas de la hélice deben presentar un peso lo más reducido posible con objeto del ahorro de energía.
- 25 Se conoce fabricar las palas de la hélice de plástico reforzado con fibras, por ejemplo de poliéster reforzado con fibras. A tal fin, las palas de la hélice son fabricadas como semicáscaras inferior y superior por medio de laminación manual en moldes exteriores. Las dos semicáscaras son unidas a continuación bajo la configuración de una cámara hueca por medio de adhesivo y sobrelaminación de la costura de unión para formar una pala de la hélice.
- Esta técnica presenta el inconveniente de que los espesores de la pared así como el contenido de fibras no son exactamente reproducibles debido a la laminación manual. La consecuencia son diferencias de peso entre las palas individuales de la hélice, lo que conduce a desequilibrios de la hélice, que deben eliminarse de nuevo a través de medidas costosas.
- 30 Así, por ejemplo, en general para la compensación de los desequilibrios se colocan pesos de compensación, que conducen de nuevo a una elevación del peso. Los pesos de compensación se montan, en general, en la cavidad de la pala, puesto que solamente de esta manera se pueden reducir las oscilaciones de interferencia en las palas de la hélice que son generadas a través de los desequilibrios grandes de las palas. Pero a tal fin deben romperse las paredes de las cáscaras y deben cerrarse de nuevo por medio de tapones, lo que puede conducir a fugas en la pala de la hélice.
- 35 Además, la laminación manual requiere mucho trabajo manual con un grado reducido de automatización, lo que significa costes y tempos de ejecución altos. La rigidez necesaria, que debe presentar una pala de hélice, conduce, además, a espesores grandes de la pared y, por lo tanto, a un peso alto del componente y, por consiguiente, a una masa de inercia grande. El encolado de ambas semicáscaras es costoso y tampoco se puede reproducir con exactitud. Además, es difícil conseguir una hermeticidad completa de las costuras de unión. La consecuencia es la penetración de agua o bien de vapor de agua en la cámara hueca y, por lo tanto, otras diferencias de peso entre las palas individuales de la hélice. La penetración de agua o la formación de hielo en la cavidad pueden conducir, además, a vibraciones y resonancias no deseadas. Las costuras de unión son, además, potenciales puntos débiles estructurales y tienden, por ejemplo, a la formación de grietas condicionada por el envejecimiento y la carga.
- 40 Para el desagüe son necesarios unos taladros en el lado exterior de la pala de la hélice. Éstos solamente son efectivos en la operación de rotación y pueden ser la causa del ruido de flecha. Además, en el estado parado puede entrar de nuevo agua a través de estos taladros.
- En la caña de la hélice se puede insertar, además, un núcleo resistente a la presión, que absorbe las fuerzas de empotramiento. No obstante, los núcleos de arena utilizados normalmente son comparativamente pesados.
- 50 Por lo tanto, el cometido de la presente invención es proponer una pala de hélice de material compuesto de fibras, que se puede fabricar con coste favorable, de alta calidad y bajas tolerancias de medidas y de forma así como un procedimiento para su fabricación en serie.

De acuerdo con la invención, el cometido se soluciona por medio de una pala de hélice con las características de la

reivindicación 1 y por medio de un procedimiento con las características de la reivindicación 2. Las formas de realización preferidas del procedimiento se describen en las reivindicaciones 3 a 8.

5 El núcleo de construcción ligera contiene con preferencia una estructura celular, en particular una estructura celular cerrada. El núcleo de estructura ligera puede ser, por ejemplo, de una espuma, de una espuma metálica. En particular espuma de aluminio, de una madera ligera, como madera de balsa, o de un núcleo de panal de abejas, por ejemplo de metal, como aluminio, o de plástico.

10 El núcleo de espuma puede estar constituido de PUR (poliuretano) o de otro plástico espumoso adecuado, como cloruro de polivinilo (PVC) o de una poliolefina, como polipropileno (PP). La resistencia a la presión y la rigidez son adaptadas a la presión de inyección, con la que se introduce el plástico líquido en el útil de moldeo, para que no se produzca ninguna deformación inadmisibles del núcleo de espuma. El núcleo de espuma es con preferencia de una espuma dura.

El núcleo de construcción ligera se puede moldear con espuma, por ejemplo, en un útil de moldeo en su forma definitiva o en una pre-forma. Pero el núcleo de estructura ligera se puede elaborar también a partir de un cuerpo macizo en la geometría definitiva o en una pre-forma. Esto se realiza, por ejemplo, por medio de fresado.

15 El procedimiento de fabricación es especialmente un procedimiento RTM (Procedimiento de Moldeo por Transferencia de Resina) o un procedimiento-VARI (Infusión de Resina Asistida por Vacío) parecido al procedimiento RTM, en el que la mezcla de partida reactiva es inyectada por medio de asistencia de vacío en el útil de moldeo. El procedimiento puede ser también un simple procedimiento de inyección de vacío, en el que la resina fluye por sí sola a través del vacío aplicado y sin asistencia de presión a través de las fibras. Además, el  
20 procedimiento de fabricación puede ser también una variante del procedimiento RTM, como por ejemplo un procedimiento TERTM (Moldeo por Transferencia de Resina Expandida Térmica).

Además, en el procedimiento de inyección de resina se puede tratar también de un procedimiento RIM (Moldeo de Inyección por Radiación) o bien S-RIM (Moldeo de Inyección por Reacción Estructural).

25 Los procedimientos mencionados anteriormente son conocidos a este respecto en el mundo técnico y, por lo tanto, no se explican en detalle. El procedimiento RTM se describe en detalle, por ejemplo, en "Kötter, 'Der Resin-Transfer-Molding-Prozess', Verlag TÜV Rheinland, 1991, páginas 3-16".

La fabricación de la paleta de hélice se realiza con preferencia por medio de un útil de moldeo de dos piezas, que forma en el estado cerrado una cavidad de útil. La cavidad del útil forma en este caso el contorno exterior de la aleta de hélice a fabricar.

30 El útil de moldeo puede ser de un metal o una aleación de metal como aluminio, acero, cromo, acero cromado, níquel así como de Teflon® o de Níquel-Teflon®. El útil de moldeo puede estar constituido de plástico o bien de plástico reforzado o de un material cerámico. El útil de moldeo o bien la pared de la cavidad del útil de moldeo es calefactable de una manera preferida.

35 Al comienzo del procedimiento se ocupa la cavidad del útil del moldeo abierto con el núcleo de estructura ligera recubierto con las fibras de refuerzo.

El núcleo de estructura ligera presenta con preferencia una forma que reproduce esencialmente la pala de la hélice con una dimensión reducida con respecto a la pala de la hélice en la medida de la pared de la pala posterior.

40 La geometría del núcleo de estructura ligera puede estar diseñada de tal forma que se puede variar el número de capas de fibras de refuerzo. De esta manera, se puede realizar la pared de la pala, que debe generarse en el proceso de inyección, de diferente espesor por secciones de acuerdo con la sollicitación del componente. A tal fin, por ejemplo, la superficie del núcleo de estructura ligera puede presentar diferentes niveles de altura de acuerdo con el espesor del laminado a conseguir.

45 El núcleo de estructura ligera se inserta con preferencia en su forma definitiva, es decir, por ejemplo totalmente espumoso, en la cavidad del útil de moldeo. No obstante, los núcleos de estructura ligera en forma de núcleos de espuma, se pueden moldear con espuma también ya en la cavidad del útil de moldeo durante el proceso de fabricación en su forma definitiva (procedimiento TERTM).

El núcleo de estructura ligera es de manera conveniente impermeable al líquido y de células cerradas. El núcleo de estructura ligera presenta, por ejemplo, un espesor de 30 a 110 kg/m<sup>3</sup>, con preferencia de 60 – 80 kg/m<sup>3</sup>.

50 El núcleo de estructura ligera se puede fabricar de una sola pieza o de varias piezas. El núcleo de estructura ligera puede estar fabricado, por ejemplo, de dos piezas, una pieza de hoja y una pieza de caña. El núcleo de estructura ligera rellena con preferencia totalmente la cámara de la pala de hélice. No obstante, también es concebible que la cámara solamente sea rellena parcialmente por uno o varios núcleos de estructura ligera. La cámara puede ser una cámara abierta o una cámara ligera. La cámara es con preferencia una cámara cerrada, totalmente rodeada por la

pared de plástico reforzada con fibras.

5 El núcleo de estructura ligera puede presentar espesores diferentes en zonas diferentes. Así, por ejemplo, la pieza de caña puede presentar para el refuerzo del lugar de introducción de la fuerza un espesor mayor que la zona de la hoja. La fabricación de un núcleo de estructura ligera con diferentes espesores se puede realizar, como se ha descrito anteriormente, por medio de elaboración de elementos de núcleo de estructura ligera de varias partes. Los núcleos de estructura ligera de una sola pieza de espuma con diferentes espesores por secciones se pueden fabricar por medio de conducción controlada del proceso. Además, también se pueden insertar insertos que actúan con efecto de refuerzo en el útil de espuma o se pueden incorporar en el núcleo de estructura ligera. Éstos pueden ser, como se describe a continuación, por ejemplo casquillos o semicáscaras en la zona de la caña o piezas de cañas completas, por ejemplo de plástico (no espumoso).

10 El núcleo de estructura ligera es ocupado con preferencia a modo de solapa con fibras de refuerzo confeccionadas en forma de una estructura superficial textil de una o varias capas de acuerdo con un plan de capas sobre el lado superior y el lado inferior de la superficie de la hoja. Con objeto de una transición continua y hermética entre la capa de cubierta superior y la capa de cubierta inferior se coloca en primer lugar en el lado frontal una cinta de fibras confeccionada en forma de una estructura superficial textil de una o varias capas, que configura con las capas de fibras del lado superior y del lado inferior de la superficie de la hoja una zona de solape. Las cintas de fibras son insertadas con preferencia en una cavidad en forma de ranura en el núcleo de estructura ligera.

Las superficies de la hoja son reforzadas hacia la caña de manera continua o escalonada con preferencia por capas de fibras adicionales y con aumento del espesor de la pared de la pala.

15 En la zona de la caña se coloca con preferencia una estructura de manguera en forma de una estructura superficial textil de una o varias capas sobre la caña del núcleo de estructura ligera. La estructura de manguera se aplica con preferencia a solapa con la ocupación de las palas de la hélice. De esta manera se consiguen las resistencias mecánicas necesarias en la sección transversal de transición crítica en cuanto a la resistencia entre la caña de la hélice y la hoja de la hélice.

20 Además del refuerzo local de zonas altamente solicitadas por medio de capas de fibras adicionales, se puede realizar un refuerzo también a través del empleo de otras fibras de resistencia más elevada. Además, se puede optimizar el desarrollo de la fuerza en el componente a través de la fijación selectiva de la dirección de las fibras en las estructuras de fibras. En la dirección del desarrollo de la fuerza se pueden insertar cintas adicionales de fibras de refuerzo.

25 Las estructuras de fibras están fijadas con preferencia empleando medios de fijación adecuados en el núcleo de estructura ligera y/o entre sí. De esta manera, la orientación prevista de las fibras se mantiene durante el proceso de fabricación, lo que conduce a buenas propiedades mecánicas reproducibles del componente. Las estructuras de fibras son encoladas a tal fin con preferencia total o parcialmente con el núcleo de estructura ligera y/o entre sí. Las capas de fibras se pueden fijar también a través de medios de fijación mecánicos, como grapas, en el núcleo de estructura ligera. Además, las estructuras de fibras, en particular las estructuras de manguera, se pueden fijar por medio de hilos en el núcleo de estructura ligera.

30 Las fibras de refuerzo están constituidas con preferencia de fibras de vidrio económicas, que cumplen, en general, los requerimientos mecánicos. Las fibras de refuerzo pueden estar constituidas también de fibras de carbono de alta resistencia, pero caras. Además, las fibras pueden estar constituidas también de otras fibras inorgánicas, como fibras metálicas, fibras cerámicas, fibras orgánicas, como fibras de plástico, por ejemplo Kevlar® o bien aramida o de fibras naturales, como minerales de silicato de tipo fibroso, yute, sisal, cáñamo, algodón, fibras de ramio. Las estructuras de fibras se pueden fabricar, además, de fibras mixtas.

35 Las fibras de refuerzo están presentes en forma de estructuras superficiales textiles como velo, sistemas que no forman mallas, como tejido, estructuras unidireccionales y bidireccionales, trenzados, etc. o sistemas que forman mallas, como tejidos de punto o tejidos tricotados. Las estructuras superficiales textiles están fabricadas con preferencia de fibras dirigidas, en particular de fibras largas con longitudes de las fibras con preferencia que son mayores de 30 mm. Las estructuras de fibras pueden estar presentes como estructuras de fibras secas o pre-humedecidas o bien impregnadas con un aglutinante.

40 Las estructuras de fibras confeccionadas pueden estar pre-formadas en las llamadas piezas brutas de fibras o pre-formas, por ejemplo en forma de elementos de cáscaras. Esto se puede realizar, por ejemplo, con la ayuda de una instalación de pre-moldeo, en la que las piezas brutas de fibras se fabrican con ajuste exacto en la forma deseada adaptada al componente. Las piezas brutas de fibras o bien las estructuras de fibras se pueden pre-humedecer antes de la inserción en el útil de moldeo, con objeto de la mejora de la impregnación con la matriz de plástico.

45 El útil de moldeo se puede cargar, además del núcleo de estructura sencilla y las fibras de refuerzo, todavía con otros componentes. Así, por ejemplo, se pueden introducir piezas de inserción, también llamados insertos, por ejemplo de un metal en el útil de moldeo. Las piezas de inserción pueden estar moldeadas de espuma también ya

en el núcleo de estructura ligera o ser insertadas en éste y se pueden introducir junto con éste en la cavidad del útil. Las piezas de inserción se pueden emplear como se ha descrito anteriormente para el refuerzo de la zona de empotramiento de la caña.

5 Después de cargar el útil de moldeo con los componentes mencionados anteriormente, se cierra este útil. En la cavidad del útil de moldeo cerrado se inyecta a continuación una matriz de plástico.

10 La matriz de plástico puede estar constituida por un material duroplástico o termoplástico. Entretanto, además de resinas duroplásticas, se pueden procesar también materiales termoplásticos por medio de procedimientos de inyección de resina, en particular por medio de procedimientos RTM y VARI. No obstante, si se emplean núcleos de espuma, entonces debido a la resistencia limitada a la temperatura de los núcleos de espuma, reprocesan de manera conveniente materiales duroplásticos.

15 Los sistemas duroplásticos pueden ser sistemas de no o de varios componentes, en particular sistemas de dos componentes, en los que el proceso de endurecimiento es iniciado a través de la mezcla de los componentes. La matriz de plástico puede ser un sistema de resina de la serie de las resinas de polimerización, como resinas de poliéster insaturadas (UP) o metacrilatos y especialmente resinas de éster de vinilo (VE), o de las resinas de poliadición o bien de policondensación, como resinas epóxido, resinas fenólicas o poliimidadas.

Los sistemas de materiales termoplásticos, que son adecuados para el procesamiento por medio de procedimientos de inyección de resina, pueden ser, por ejemplo un sistema de polímero de poli(butilentereftalato)-(PBT) un sistema de polímero de poliamida (PA), como poliamida-12 (PA12).

20 Los componentes de partida para la fabricación de sistemas de polímero de PBT son, por ejemplo, oligómeros cíclicos del PBT (CPBT), en particular CBT™ (Cyclic Butylene Trephtalate). Componentes de partida para la fabricación de sistemas de polímero de PA son, por ejemplo, lactamas, como lactama-12.

La matriz de plástico puede contener, además, todavía aditivos, como sustancias inhibidoras de la llama o aditivos químicos para garantizar la estabilidad UV.

25 En una forma de realización preferida, la capa de laminado está constituida por un vinil éster reforzado con fibras de vidrio.

La matriz de plástico es introducida en un estado de baja viscosidad y fácilmente inyectable en el útil de moldeo. Para la optimización del flujo de la resina y para la eliminación acelerada de los gases fuerza de la cavidad del útil de moldeo, se puede generar una presión negativa o bien un vacío en el lado de salida durante el proceso de inyección.

30 El útil de moldeo o bien la pared de la cavidad del útil de moldeo se calientan con preferencia durante el proceso de inyección y se llevan a una temperatura entre 20°C y 100°C.

La matriz de plástico se inyecta con preferencia con una temperatura entre 20°C y 100°C en la cavidad del útil de moldeo. Las presiones de inyección pueden ser hasta 20 bares.

35 El flujo de resina se realiza de manera conveniente en el modo de circulación transversal, en el que la alimentación de la matriz de plástico en la cavidad del útil de moldeo se puede realizar a través de una o varias toberas de inyección. La posición y el número de los conductos de entrada y de salida se seleccionan de tal manera que las fibras de refuerzo son impregnadas totalmente y no se pueden formar inclusiones de aire.

La pala de hélice es endurecida o bien polimerizada después de la terminación del proceso de inyección a temperaturas elevadas y es desmoldeada después de alcanzar la estabilidad de forma. En función de la matriz de plástico utilizada, debe someterse la pala de la hélice desmoldeada, dado el caso, todavía a una atemperación.

40 La pared de la pala de la hélice presenta con preferencia un contenido de volumen de fibras superior al 20 %, con preferencia superior al 30 % y especialmente superior al 40 % y de manera conveniente inferior al 70 %, con referencia inferior al 60 %, en particular inferior al 50 %.

45 El procedimiento es adecuado para la fabricación de palas de hélices de las más diferentes dimensiones. Las hélices equipadas con palas de hélices de acuerdo con la invención pueden presentar, por ejemplo, un diámetro de 0,4 a 20 m. El espesor del laminado de las palas de hélices tiene, por ejemplo, varios milímetros.

50 La pared de la pala está configurada con preferencia lo más robusta posible con objeto de la absorción de las fuerzas de empotramiento altas en la zona de empotramiento de la caña. La zona de empotramiento de la caña puede estar reforzada adicionalmente con casquillos, en particular casquillos metálicos. Los casquillos son colocados, por ejemplo, antes del proceso de fabricación en el núcleo de estructura ligera o bien pueden estar mecanizados en éste. En lugar de casquillos se pueden utilizar también cáscaras, por ejemplo semicáscaras, que se acoplan, por ejemplo, posteriormente sobre la zona de empotramiento del núcleo de estructura ligera. Si los núcleos de estructura ligera están presentes como núcleos de espuma, entonces los casquillos o semicáscaras y cáscaras

se pueden integrar también durante el proceso de formación de la espuma en el núcleo de espuma. El núcleo de estructura ligera presenta en la zona de la caña con preferencia un diámetro de la sección transversal más reducido en la medida de los espesores de la pared del casquillo.

5 El ventilador debe equilibrarse después del montaje de todos los componentes. A tal fin puede ser necesario que en las palas de la hélice o en el soporte de fijación (ver más adelante) deban colocarse pesos de compensación. Esto se puede realizar practicando en la pala de la hélice en el lugar necesario una escotadura, por ejemplo en forma de un taladro e insertando el peso de compensación, por ejemplo un bulón metálico, en la escotadura o bien introduciéndolo a presión en el núcleo de estructura ligera. El peso de compensación se puede fijar por medio de un adhesivo en la escotadura. Al mismo tiempo se puede rellenar el taladro con el adhesivo y se puede cerrar liso con la superficie.

Los pesos de compensación se pueden encolar también en el lado exterior sobre la pala de la hélice. En este caso, los pesos de compensación son de manera conveniente de forma plana.

15 La pala de la hélice se puede fabricar en serie como cuerpo hueco de una solamente en el tipo de construcción de sándwich gracias al procedimiento de inyección de resina, en el que todos los refuerzos necesarios están ya integrados. El procedimiento de acuerdo con la invención es racional y económico, puesto que se caracteriza por una porción de trabajo manual reducida y un alto grado de automatización así como por tasas de ciclos altas. Además, este tipo de fabricación permite el refuerzo o apoyo integrado del componente, por ejemplo a través de espesamiento selectivo de la pared en zonas altamente solicitadas, así como la integración de piezas de inserción, por ejemplo de metal, como acero o aluminio, o de plástico. De una sola pieza significa fabricado sin juntas, en una sola pieza.

El procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención se caracteriza por una alta capacidad de reproducción con respecto a las dimensiones geométricas, la distribución de las masas, los espesores de pared, el peso así como las propiedades mecánicas. La capacidad de reproducción se consigue a través de los siguientes puntos:

- 25 - utilización de estructuras de fibras pre-confeccionadas, es decir, uniformes;
- utilización de una cantidad constante de plástico para la inyección en el útil de moldeo;
- espesores de pared controlables;
- peso controlable;
- núcleos de estructura ligera reproducible.

30 Frente a las formas de realización convencionales de los cuerpos huecos, gracias a la utilización de un núcleo de estructura ligera en el tipo de construcción de sándwich, se consigue una reducción del peso de hasta 25 %. Esto con una rigidez al mismo tiempo más elevada.

35 La reducción del peso conduce de nuevo a un ahorro de energía de accionamiento. Además, la reducción del peso de las palas de la hélice permite el empleo de unidades de accionamiento y de almacenamiento dimensionadas más pequeñas, es decir, de motores de menor potencia, lo que implica una reducción adicional de los costes de funcionamiento.

40 A través de la configuración de una sola pieza de la pala de la hélice, ésta presenta una superficie totalmente cerrada, hermética al agua. La pala de la hélice no contiene, además, ninguna cavidad, que posibilite el alojamiento de agua.

45 La superficie es, además, escasa de fricción, favorable para la circulación, de manera que la pala de la hélice se caracteriza por un rendimiento aerodinámico alto. Con objeto de la mejora de las propiedades mencionadas anteriormente así como para la mejora de la apariencia óptica se puede aplicar sobre la superficie de la pala una capa de gel o bien una capa fina de un plástico. La capa de gel se caracteriza por que la capa de protección superior está en el componente y no contiene especialmente fibras de refuerzo. La capa fina puede estar coloreada. En general, no es necesario ya un laqueado.

50 La pala de la hélice de acuerdo con la invención es resistente a la corrosión, a la intemperie y a la radiación UV. Gracias al empleo de un núcleo de estructura ligera no se producen fenómenos de resonancia local en la pared de la pala. El tipo de construcción de sándwich con alta amortiguación propia se caracteriza, por lo tanto, por un funcionamiento silencioso.

55 El ventilador contiene, en general, varias palas de hélice, con preferencia tres o cuatro palas de hélice fijadas radialmente alrededor de un soporte de fijación.

60 Las palas de la hélice están fijadas con preferencia en un soporte de fijación, que comprende dos elementos de base, de manera que la caña de la pala de la hélice está dispuesta entre los elementos de base y está conectada por medio de elementos de fijación, en particular elementos de sujeción, con el soporte de fijación. Dicha caña está

empotrada con preferencia con efecto de sujeción entre los dos elementos de base.

5 Los elementos de base están acoplados directa o indirectamente en un árbol de accionamiento. Los dos elementos de base están configurados con preferencia en simetría de espejo entre sí y pueden estar constituidos, por ejemplo, por elementos de anillo o elementos de placa en forma de disco con o sin escotaduras. Todo el dispositivo de sujeción está constituido con preferencia esencial o totalmente en simetría de espejo con respecto a un plano dispuesto perpendicularmente al eje de rotación de la hélice, de manera que el eje de inercia principal del soporte de fijación coincide en la mayor medida posible con el eje de giro.

10 Los elementos de sujeción pueden estar configurados como elementos de cáscara, en particular como semicáscaras, que abrazan la caña de la pala y la empotran en el soporte de fijación. Los dos elementos de base están fijados mutuamente con preferencia por medio de uniones desprendibles, en particular por medio de uniones roscadas, bajo fijación de sujeción de la caña de la pala.

15 Los elementos de fijación pueden estar conectados a través de las mismas uniones desprendibles o a través de uniones separadas desprendibles o no desprendibles con el elemento de base asociado en cada caso. Los elementos de fijación pueden ser también un componente integral de los elementos de base.

20 El soporte de fijación descrito anteriormente permite un equilibrio dinámico de la hélice. Puesto que las palas de la hélice presentan una amortiguación propia alta y oscilaciones de resonancia relativamente reducidas en el funcionamiento así como tolerancias de fabricación pequeñas, los pesos de compensación se pueden colocar directamente en los elementos de base en lugar de en las palas de la hélice. Este modo de proceder simplifica el equilibrio en una medida considerable. Al mismo tiempo, las hélices equilibradas dinámicamente trabajan con menos desgaste y son menos propensas a averías que las hélices equilibradas estáticamente con pesos de compensación en las palas de la hélice.

25 Los ventiladores con palas e las hélices fabricadas de acuerdo con la invención encuentran aplicación en intercambiadores de calor, en particular en instalaciones de refrigeración de recirculación de todo tipo y en los más diferentes tamaños y fases de potencia, así como para la ventilación o climatización de estructuras, en particular para la climatización de edificios o bien locales.

30 A continuación se explica en detalle la invención a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos. En este caso:

35 La figura 1a muestra una vista en planta superior de una pala de hélice.

La figura 1b muestra una sección transversal a través de una pala de hélice a lo largo de la línea A – A.

40 La figura 2 muestra una vista en perspectiva de un núcleo de estructura ligera.

La figura 3 muestra una vista en planta superior de una pala de hélice con zonas de refuerzo.

La figura 4 muestra una vista en perspectiva de un núcleo de estructura ligera con estructuras de fibras.

45 La figura 5 muestra una vista en planta superior de un lado frontal de la pala de hélice.

La figura 6 muestra una zona de la caña, envuelta con estructuras de fibras, de una pala de hélice.

50 Las figuras 7a – c muestran una representación esquemática de un procedimiento RTM.

La figura 8 muestra una vista lateral de una pala de hélice.

La figura 9 muestra una sección transversal a través de una pala de la hélice a lo largo de la línea B – B.

55 La figura 10 muestra una vista en planta superior de una hélice.

La figura 11 muestra un fragmento ampliado de una caña de la hélice.

60 La figura 12 muestra un soporte de fijación para la fijación de las palas de la hélice.

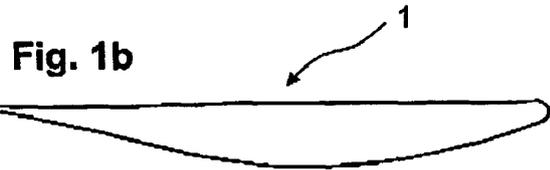
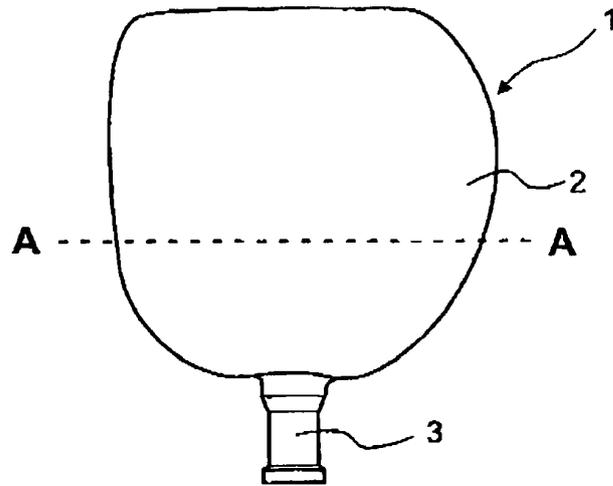
La pala de la hélice 1 integral según las figuras 1a y 1b está constituida por una hoja de hélice 2 y una caña de hélice 3. La pala de la hélice 1 contiene un núcleo de estructura ligera 6 (figura 2), que reproduce esencialmente las dimensiones de la pala de la hélice 1 reducidas en el espesor de la pared de la pala. El núcleo de estructura ligera 6 contiene una hoja de núcleo de estructura ligera 7 y una caña de núcleo de estructura ligera 8.

- La figura 3 muestra una pala de hélice con cuatro zonas de la pared de la pala 11 – 14 identificadas, que se caracterizan por diferentes espesores de pared sí como por un número diferente de capas de fibras, de manera que el espesor de pared se incrementa desde la zona 11 hacia la zona 14 de forma escalonada en cada transición de las zonas. Las transiciones de las zonas en el núcleo de estructura ligera desde la zona 11 hacia la zona 12 y desde la zona 12 hacia la zona 13 se caracterizan por un escalón, que configura una cavidad en la superficie de la hoja. La cavidad posibilita un aumento del espesor de la pared de la hoja y, por lo tanto, la introducción de capas de fibras adicionales con un desarrollo continuo de la superficie exterior de la hoja de la hélice. Los escalones de las zonas configuran en la vista en planta superior de la pala de la hélice, unas líneas de limitación con preferencia en forma de arco, convexas en la dirección de la hoja de la hélice.
- El escalón puede estar configurado en forma de escalera o como superficie inclinada. El escalón presenta con preferencia transiciones redondeadas entre las superficies con diferentes inclinaciones.
- El espesor del laminado mayor frente a la hoja de la hélice en la zona de la caña debe garantizar una resistencia suficientemente grande con respecto a las fuerzas de sujeción que actúan sobre ésta, en lo que se refiere a las fuerzas de tracción y de flexión que actúan en el funcionamiento, sin que haya que emplear casquillos de refuerzo adicionales en la zona de la caña.
- Las figuras 4 a 6 muestran la ocupación del núcleo de estructura ligera con capas de fibras textiles. El núcleo de estructura ligera se coloca en una primera etapa sobre su lado frontal con una o varias capas de fibras textiles en forma de una cinta 19. La cinta es insertada a tal fin con preferencia en una escotadura 18 en forma de ranura, realizada en el lado frontal. Las superficies de cubierta son ocupadas a continuación con una o varias capas de fibras textiles superiores 17a e inferiores 17b, de manera que en las zonas de refuerzo 12 y 13 se insertan capas de fibras textiles adicionales. Una o varias capas de cubierta superiores y/o inferiores 17a, 17b son plegadas en el lado frontal de la hoja de la hélice y configuran con la cinta textil 19 insertada en el lado frontal una zona de solape (figura 5).
- La caña de la hélice es envuelta con una estructura de manguera 15 de varias capas, que configura con las capas de cubierta superiores y/o inferiores 17a, 17b y/o con las cintas de fibras 19 del lado frontal una zona de solape (figura 6). Las estructuras de fibras son fijadas en cada caso sin resbalamiento en el núcleo de estructura ligera, de manera que la estructura de manguera es fijada con preferencia con un hilo de fijación 10 en la caña.
- Las figuras 7a y 7c muestran de forma esquemática un procedimiento RTM para la fabricación de una pala de hélice. Un núcleo de estructura ligera 24 ocupado con estructuras de fibras textiles 23 se inserta en un útil de moldeo 20 de dos piezas con una mitad superior 21 y una mitad inferior 22 del útil de moldeo. En el útil de moldeo 20 cerrado se inyecta a través de una o varias entadas 28 una resina de plástico reactiva 27 en la cavidad del útil.
- Al término del llenado del molde y de la solidificación de la matriz de plástico se desmoldea la pala de la hélice 29 de forma estable y se endurece totalmente por medio de atemperación.
- La figura 8 muestra una vista lateral de una pala de hélice 31. Ésta se representa en la figura 9 en la vista de la sección transversal a lo largo de la línea B – B. El núcleo de la estructura ligera 24 está totalmente rodeado con una pared de la pala 20 de plástico reforzado con fibras, de manera que la pared de la hoja 30 comprende cuatro zonas con diferente espesor del laminado y con un número diferente de capas de fibras textiles. El espesor del laminado se incrementa en este caso hacia la caña de la hélice.
- Por razones técnicas de fabricación y por razones mecánicas, es decir, para la prevención de picos locales de la tensión y para garantizar una impregnación completa de las capas de fibras, en las transiciones, en particular en la zona de la caña (figura 11), están previstos, en lugar de aristas vivas, unos radios de gran tamaño 52, 53, 54, 55. Así, por ejemplo, en la zona de transición entre la caña de la hélice y la hoja de la hélice está previsto un radio de transición de 40 a 60 mm.
- El soporte de fijación 61 de acuerdo con la figura 12 contiene dos placas de base 62, 63 en forma de disco, entre las cuales están dispuestos unos elementos de sujeción, formados en cada caso por dos semicáscaras 64, 65, para el alojamiento de una caña de la pala.
- Las dos placas de base 62, 63 están atornilladas entre sí por medio de tornillos de bulón 66, que están guiados a través de escotaduras en las placas de base y están apretados por medio de tuercas de seguridad, de manera que la caña de la hélice (no mostrada) está fijada con efecto de sujeción en las semicáscaras.
- Las placas de base contienen, respectivamente una escotadura concéntrica central para el alojamiento de un árbol de accionamiento. Otras configuraciones en las placas de base sirven para el alojamiento de las uniones atornilladas.

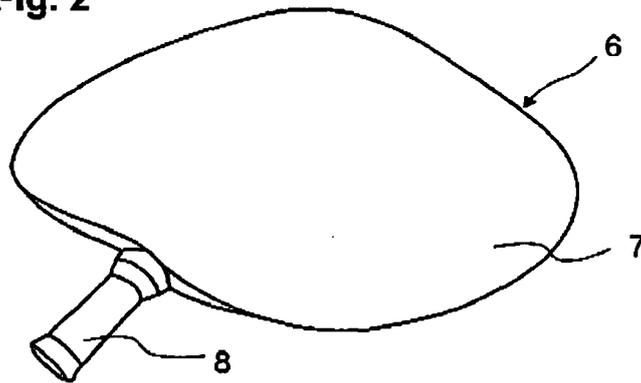
**REIVINDICACIONES**

- 1.- Pala de hélice (1) de un ventilador que contiene una hoja de hélice (2) y un árbol de hélice (3) de un plástico reforzado con fibras, en la que la pala de hélice (1) es un componente integral de una sola pieza con una pared de pala (30), que configura una cámara, de plástico reforzado con fibras y un núcleo de estructura ligera (24) que rellena la cámara, en la que la pala de hélice (1) está reforzada hacia la caña de la hélice (3) por un incremento continuo o escalonado del espesor de la pared de la pala y por un incremento de las capas de fibras en la pared de la pala, caracterizada porque la caña de la hélice (3) está envuelta con una estructura de manguera (15) de varias capas, que configura una zona de solape con capas de cubierta superiores y/o inferiores (17a, 17b) y/o cintas de fibras frontales (19).
- 2.- Procedimiento para la fabricación de una pala de hélice (1) de ventiladores de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la pala de hélice (1) se fabrica por medio de un procedimiento de inyección de resina como componente integral de una sola pieza con una pared de la pala (30), que configura una cámara, de plástico reforzado con fibras y con un núcleo de estructura ligera (24) que rellena la cámara, en el que la cavidad del útil de una herramienta de moldeo (20) de varias partes es cargada con un núcleo de estructura ligera (6) ocupado con estructuras de fibras (15, 17a, 17b, 19) confeccionadas y se cierra la herramienta de moldeo (20) y se inyecta en la cavidad del útil, bajo la configuración de una pared de la pala, una matriz de plástico fluido (26), que impregna la estructura de fibras (15, 17a, 17b, 19) y a continuación se desmoldea el componente solidificado de forma estable.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el núcleo de estructura ligera (6) presenta una forma que reproduce esencialmente la pala de la hélice (1) con una dimensión reducida con respecto a la pala de la hélice (1) en la medida de la pared de la pala (30).
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 ó 3, en el que el lado frontal del núcleo de estructura ligera es ocupado con una cinta de fibras (19) confeccionada en forma de una estructura superficial textil y el lado superior y el lado inferior de la hoja de núcleo de estructura ligera (7) son ocupados, bajo la configuración de zonas de solape, con la cinta de fibras (19), respectivamente, con una estructura superficial textil (17a, 17b) confeccionada.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la cinta de fibras (19) es insertada en una cavidad (18) en forma de ranura en el núcleo de estructura ligera (6).
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 5, en el que el núcleo de estructura ligera (8) es engastado bajo la configuración de una zona de solape con las capas de cubierta de fibras (17a, 17b) y/o con las cintas de fibras (19) con una estructura de manguera (15) confeccionada en forma de una estructura superficial textil.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6, en el que la estructura de manguera (15) comprende varias capas de fibras textiles.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 7, en el que el núcleo de estructura ligera (6) está constituido por una espuma.

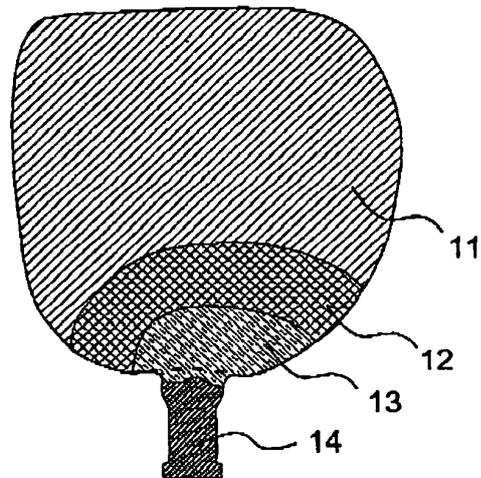
**Fig. 1a**



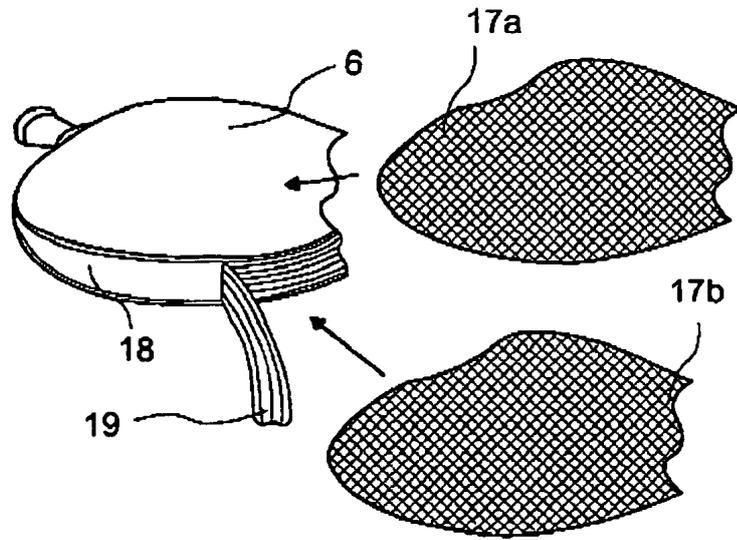
**Fig. 2**



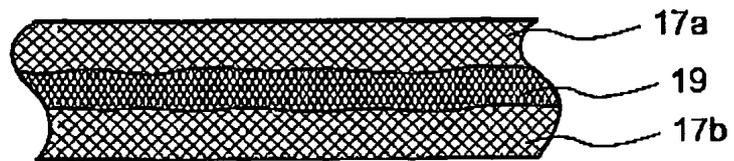
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

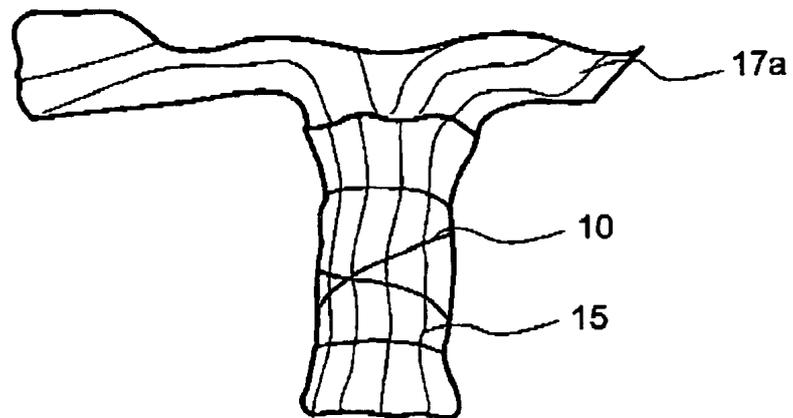


Fig. 7a

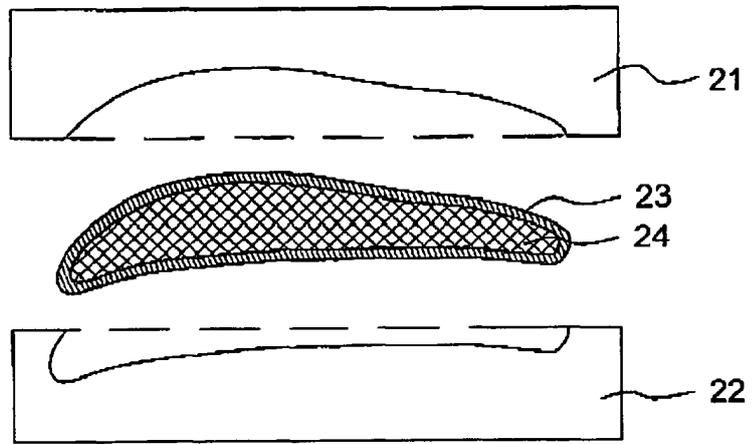


Fig. 7b

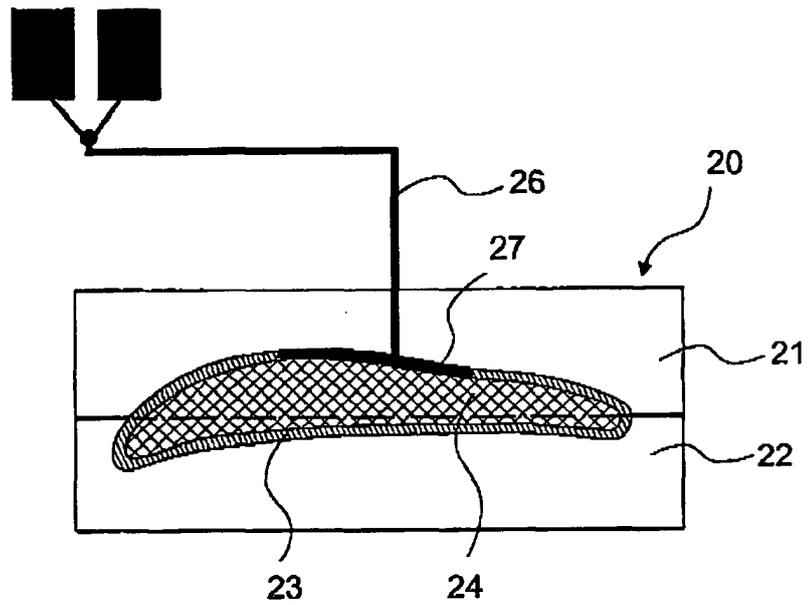
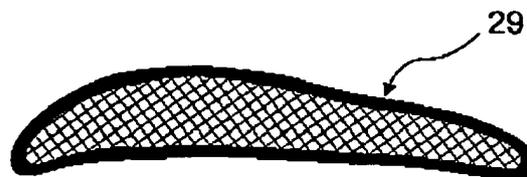


Fig. 7c



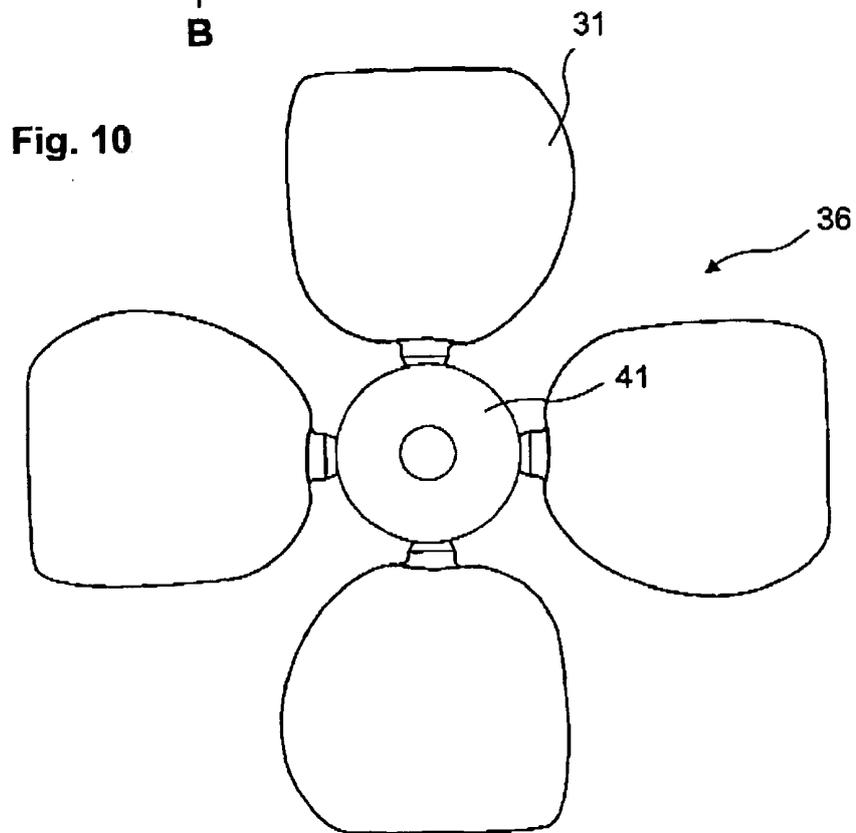
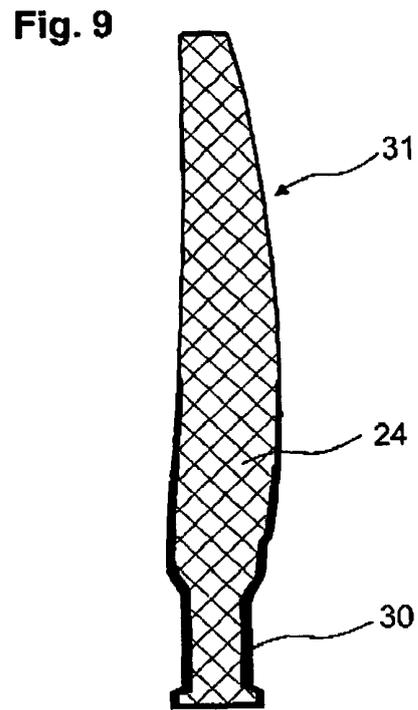
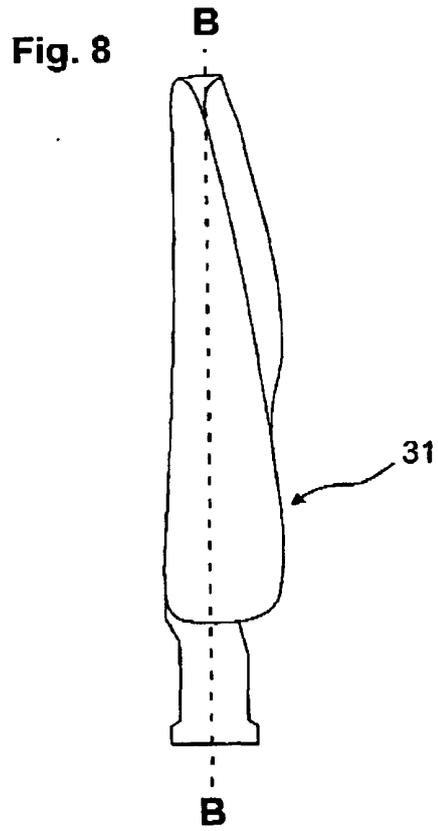


Fig. 11

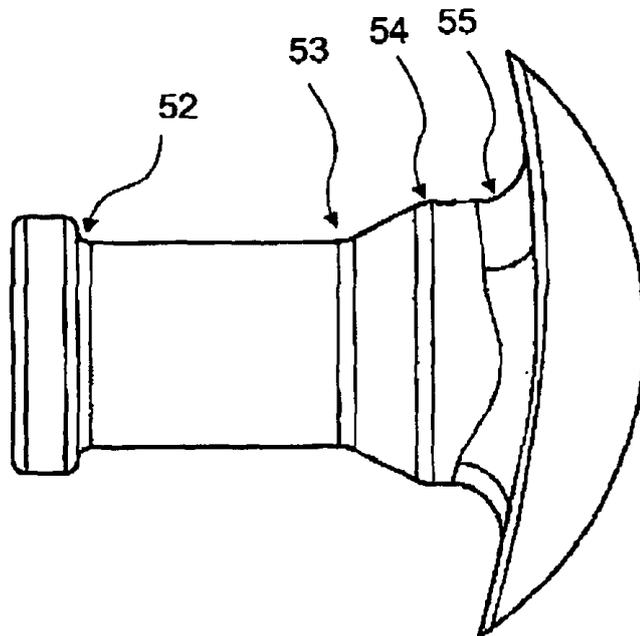


Fig. 12

