



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 311 115**

51 Int. Cl.:  
**B64C 39/00** (2006.01)  
**B64C 29/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03779547 .3**  
96 Fecha de presentación : **18.12.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1575828**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.09.2005**

54 Título: **Aparato volador.**

30 Prioridad: **18.12.2002 AT A 1895/2002**  
**05.05.2003 AT A 673/2003**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.02.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.02.2009**

73 Titular/es: **IAT 21 Innovative Aeronautics  
Technologies GmbH**  
**Leitenbauerstrasse 10**  
**4040 Linz, AT**

72 Inventor/es: **Schwaiger, Meinhard y**  
**Feichtner, Wolfgang**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 311 115 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).

# ES 2 311 115 T3

## DESCRIPCIÓN

Aparato volador.

5 La presente invención se refiere a un aparato volador según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Un aparato volador semejante está provisto en especial con un sistema de cuerpos ascensionales especiales que están configurados como rotores, con un eje de rotación que, en lo esencial, está dispuesto paralelo al eje longitudinal del aparato volador. Aquí cada rotor está provisto con un número determinado de palas del rotor parecidas a planos de sustentación, que en lo esencial están dispuestas en dos cuerpos terminales parecidos a discos, de tal manera que durante una revolución completa del cuerpo ascensional (rotor), el eje central de la pala del rotor realice un movimiento circular con la distancia al eje de rotación, como radio, y la pala del rotor se puede modificar individualmente en su posición, de preferencia, durante una revolución completa. De este modo, en cualquier posición instantánea de la pala del rotor, se puede producir sobre el aparato volador, una acción dinámica definida (por ejemplo, fuerza ascensional, fuerza transversal).

15 Se han emprendido múltiples esfuerzos para reunir las ventajas de un aeroplano con las de un helicóptero. De especial interés es aquí la característica de los helicópteros de poder despegar y aterrizar verticalmente, o también si es necesario, permanecer detenidos en el aire, por ejemplo, para rescatar personas, o para desempeñar maniobras aéreas especiales de transporte y montaje, o misiones similares. En los helicópteros existentes son desventajosos, el gran gasto técnico, sobre todo en el campo de mando del rotor, así como el enorme riesgo de caída, aun con el más insignificante contacto de las alas giratorias del rotor, con un obstáculo como, por ejemplo, cimas de árboles o paredes escarpadas. Precisamente condiciones de empleo, como rescates alpinos, son extraordinariamente críticas, puesto que por una parte sería necesaria una posición lo más próxima posible a, por ejemplo, una pared escarpada, por otra parte la más mínima colisión tendría ya como consecuencia, efectos fatales; por tanto tan sólo se puede trabajar manteniendo distancias de seguridad correspondientemente grandes. Otro inconveniente es el alto consumo de combustible de los helicópteros que también se da en el vuelo de crucero. Para evitar estos inconvenientes se han desarrollado aviones VTOL [de despegue y aterrizaje vertical] o STOL [de despegue y aterrizaje corto], que son similares básicamente a los aviones por su estructura, aunque mediante diversas medidas técnicas están dotados con la aptitud de poder despegar y aterrizar verticalmente, o al menos, arreglarse con carreras extremadamente cortas de despegue y aterrizaje.

20 Una solución semejante se ha hecho pública, por ejemplo, en el documento EP 0 918 686 A. Esta publicación describe un avión que presenta planos de sustentación que en lo esencial están formados por rotores de corriente transversal. De este modo es posible mediante la correspondiente desviación del chorro, producir un chorro de aire dirigido verticalmente hacia abajo, para permitir el despegue vertical del aparato volador. Para el vuelo de crucero, se puede desviar el empuje correspondientemente.

25 En esta conocida solución, es desventajoso por una parte que los planos de sustentación optimizados para la producción del ascenso, presentan una resistencia aerodinámica alta, de manera que el consumo de combustible es excesivamente grande, sobre todo para velocidades mayores de vuelo, y que el aparato volador presenta en conjunto una envergadura relativamente grande. Por lo tanto necesita mucho espacio y en condiciones de estrechez tampoco es utilizable, o sólo lo es malamente.

30 Otros aparatos voladores están descritos en el documento US 4,519,562 A. La solución es costosa y posee un rendimiento bajo, de manera que un sistema semejante no se ha impuesto. Tampoco los rotores descritos en el documento US 6,261,051 B son apropiados para representar un aparato volador de despegue vertical que sea idóneo en la práctica.

35 Otro aparato volador que produce fuerza ascensional utilizando ventiladores de corriente transversal modificados, se hace público en el documento DE 196 34 522 A. Abstracción hecha de la cuestión de la funcionalidad no evidente de forma inmediata, de un aparato volador semejante, también aquí se dan los inconvenientes arriba descritos.

40 Se conoce otro aparato volador con un motor de corriente transversal como elemento propulsor, por el documento US 6,016,992 A. También aquí el motor de corriente transversal produce en la dirección de vuelo, un área muy grande de la sección transversal, y la necesidad de espacio es aproximadamente tan grande como en las soluciones arriba descritas.

45 Otro conocido aparato volador con la posibilidad del despegue vertical, se ha-ce público en el documento US 3,361,386 A. En este avión están previstos planos de sustentación extremadamente variables que están provistos con aberturas para la salida de gases. Debido al mal rendimiento de un sistema semejante, condicionado por el sistema, el consumo de combustible es extremadamente alto.

50 Próximo al estado actual de la técnica está también aquel concepto de propulsión para vehículos acuáticos, que se conoce como propulsión Voith - Schneider. Este sistema de propulsión conocido desde hace unos 75 años, se diferencia en lo esencial porque las oscilaciones de las palas individuales durante una revolución completa de la corona giratoria, se desarrolla en una relación cinemática fija, unas respecto a otras. Por tanto sólo es posible una fuerza de avance siempre en una dirección única. A diferencia de esto, en el ingenioso cuerpo ascensional rotativo aquí presentado, con independencia de una primera componente de fuerza, por ejemplo, una componente ascensional vertical que se mantiene igual, se puede producir una segunda componente de fuerza en dirección transversal.

## ES 2 311 115 T3

Además, el documento US 2,037,377 A y el GB 885 663 A, muestran aparatos voladores con rotores que presentan palas dispuestas en dirección longitudinal, que están dispuestas oscilantes alrededor de sus ejes. El perfil de las palas tiene que estar realizado aquí como un compromiso entre diferentes direcciones de flujo, lo cual reduce correspondientemente el rendimiento.

5

La invención concreta se refiere a otras variantes de realización de aparatos voladores VTOL que están equipados con cuerpos ascensionales rotativos, cuyo eje de giro está dispuesto, en lo esencial, paralelo al eje longitudinal del aparato volador.

10

Es misión de la presente invención crear un aparato volador que permita un despegue vertical y un aterrizaje vertical, que pueda adoptar en el aire un estado estacionario, con una movilidad que pueda realizar un movimiento lento hacia delante, hacia atrás, paralelo lateral a babor o estribor, así como un movimiento de rotación alrededor del eje vertical en la, o en contra de, la dirección de las agujas del reloj, y que al mismo tiempo sea apropiado para una alta velocidad de crucero. Gracias a la configuración elegida de la forma geométrica exterior del aparato volador, se garantiza el paso de un estado estacionario a un movimiento de avance con alta velocidad de crucero. En especial, aquí debe de obtenerse una gran economía de combustible, para un gasto técnico comparativamente bajo. Otra exigencia se refiere al cumplimiento de las máximas normas técnicas de seguridad que permitan al aparato volador un aterrizaje seguro, incluso en caso de una pérdida total de los motores de propulsión. Además, los cuerpos ascensionales rotatorios se deben de proteger con un revestimiento, de tal manera que el aparato volador se pueda maniobrar también muy cerca de obstáculos (por ejemplo, pared escarpada, pared de un edificio elevado), y que incluso en caso de contacto del aparato volador con un obstáculo, se pueda impedir con seguridad una caída, debido a los elementos rotatorios protegidos contra colisión, del cuerpo ascensional. Un abandono seguro y sin colisión del aparato volador, por parte del piloto, mediante asiento eyectable, es posible asimismo, y representa otra exigencia. Una misión especial de la invención es conseguir una gran eficiencia en la producción de la fuerza ascensional necesaria.

25

Según la invención se resuelven estas misiones mediante las notas características de la reivindicación 1. Es importante que los cuerpos ascensionales estén accionados por al menos un grupo propulsor, y presenten cada uno, un eje del cilindro que en lo esencial es paralelo a un eje longitudinal del aparato volador. Aquí cada rotor está provisto con un determinado número de palas del rotor parecidas a planos de sustentación, que en lo esencial están dispuestas en dos cuerpos terminales parecidos a discos, de tal manera que durante una revolución completa del cuerpo ascensional (rotor), el eje central de la pala del rotor realice un movimiento circular, con la distancia al eje de rotación, como radio, y la pala del rotor se pueda modificar individualmente en su posición, de preferencia, durante una revolución completa. De este modo, en cualquier posición instantánea de la pala del rotor, se puede producir sobre el aparato volador, una acción dinámica definida (por ejemplo, fuerza ascensional, fuerza transversal). Esta modificación de la posición se lleva a cabo, siendo oscilante el sector posterior de la pala del rotor, con independencia del sector anterior, para así obtener una forma respectivamente óptima del plano de sustentación.

30

Mediante la elección apropiada de la disposición de los cuerpos ascensionales en el aparato volador, se mantiene libre, además, el espacio por encima de la cabina del piloto, de manera que sea posible al piloto un abandono seguro y sin colisiones del aparato volador, mediante asiento eyectable (esto no es posible, por ejemplo, en un helicóptero).

40

Para el ámbito militar de empleo, esta disposición de los cuerpos ascensionales ofrece otra posibilidad, y ciertamente se pueden disponer también con fines de reconocimiento, aparatos de radar u otros aparatos ópticos, por encima del aparato volador. Con este aparato volador no es necesario abandonar una formación protectora del terreno, sin que previamente se tenga que captar y dictaminar el acontecimiento detrás de la formación del terreno, con un aparato de reconocimiento unido en forma flexible con el aparato volador, y que se puede llevar a lo alto, por ejemplo verticalmente, por encima del aparato volador que se mantiene en estado estacionario, y a continuación se puede recoger de nuevo.

50

La solución según la invención permite maniobrar también el aparato volador a velocidades bajas, o en vuelo estacionario, sin tener que modificar el número de revoluciones del grupo propulsor, puesto que la dirección e intensidad de las fuerzas ascensionales pueden variar entre límites amplios. De este modo se consigue una manejabilidad extremadamente grande.

55

Gracias a la disposición de los cuerpos ascensionales, paralelos al fuselaje, se pueden conseguir varias ventajas al mismo tiempo. Por una parte, los cuerpos ascensionales pueden presentar un diámetro relativamente grande, sin aumentar demasiado el área de la sección transversal en la dirección del movimiento de avance, con lo que también en el vuelo rápido de crucero se proporciona una pequeña necesidad de combustible. Por otra parte, el aparato volador según la invención está construido extraordinariamente compacto y, por tanto, no sólo necesita poco espacio en un hangar o similar, sino que es también extremadamente manejable. Esto permite, por ejemplo, el aterrizaje en claros del bosque, o en una zona urbana entre edificios, en donde no sería posible el aterrizaje de un helicóptero, a causa del diámetro predeterminado del rotor. Aparte de eso, los cuerpos ascensionales configurados como rotores, están contruidos especialmente robustos, y fuera de las mismas palas del rotor, no comprenden en general ningunos otros componentes móviles, de manera que es justificable el gasto técnico. Mediante la instalación de los cuerpos ascensionales en la zona próxima inmediata del fuselaje, la sollicitación mecánica de las suspensiones del rotor, es muy baja, de manera que es posible una forma constructiva ligera que contribuye una vez más al ahorro de combustible.

65

## ES 2 311 115 T3

Se proporciona una disposición especialmente ahorrativa en espacio de los componentes constructivos individuales, cuando los cuerpos ascensionales están dispuestos en la zona superior del fuselaje. Adicionalmente se consigue de este modo una realización aerodinámica especialmente favorable, puesto que la zona de aspiración puede ser recorrida completamente libre y no obstaculizada por otros componentes constructivos del aparato volador.

Otra variante de realización especialmente favorecida de la invención, prevé que los cuerpos ascensionales estén propulsados por turbinas de gas en sentido contrario. En forma similar al caso de los helicópteros, también aquí en el empleo de turbinas de gas, se da una proporción especialmente favorable de rendimiento a peso propio. Una ventaja adicional respecto a los helicópteros, consiste en el caso de la presente invención, en que los números de revoluciones de los cuerpos ascensionales rotativos, son esencialmente superiores a las de los rotores normales de los helicópteros, de manera que se reduce esencialmente el gasto constructivo para engranajes. En cada caso según el tamaño constructivo, el fin de aplicación y las especificaciones de seguridad, los dos rotores se pueden impulsar por una turbina común de gas, o a cada cuerpo ascensional se puede coordinar una turbina propia de gas.

La eficiencia de los cuerpos ascensionales se puede mejorar más, en especial haciendo que las palas del rotor dispuestas móviles en el rotor, se compongan de al menos un eje fijo y de dos segmentos de la pala del rotor, móviles con independencia uno de otro, con lo cual la geometría de la pala del rotor se puede adaptar óptimamente, en todo momento, en cada posición actual, a la respectiva situación; con ello se pueden optimizar tanto las fuerzas ascensionales y las fuerzas laterales, y minimizar las fuerzas de resistencia.

Se pueden conseguir velocidades especialmente altas de crucero, haciendo que estén previstos grupos motores adicionales para la producción de un empuje para el avance del aparato volador. Para pequeñas velocidades de crucero es posible también en sí mismo y básicamente también suficiente, que el avance se produzca mediante las palas regulables del rotor de los cuerpos ascensionales, llevándose el aparato volador a una posición rebajada hacia delante, y de la fuerza ascensional resultante se derive una fuerza de avance. No obstante, la velocidad de crucero está limitada en todo caso, de manera que para mayores velocidades de crucero se emplean en forma ventajosa, grupos motores adicionales. Estos se pueden configurar, por ejemplo, como turborreactores de doble flujo. El proceso de despegue y aterrizaje se puede favorecer haciendo que los grupos motores estén dispuestos oscilantes. Por una parte, de este modo se puede aumentar la fuerza ascensional, cuando el chorro de los grupos motores está dirigido verticalmente hacia abajo y, por otra parte, se puede aumentar adicionalmente la maniobrabilidad, mediante el mando correspondiente del ángulo de oscilación.

El consumo de combustible en el despegue vertical o en el aterrizaje, y en el vuelo estacionario, es influido de forma decisiva por la cantidad de aire removido. Por consiguiente es especialmente favorable cuando los cuerpos ascensionales se extienden sobre al menos el 40%, de preferencia sobre al menos el 70%, de la longitud del fuselaje.

De este modo es posible, en caso de área predeterminada de la sección transversal, obtener la máxima potencia ascensional posible de los cuerpos ascensionales.

La capacidad de maniobra, en especial en vuelo estacionario, y en el despegue o en el aterrizaje, se puede mejorar haciendo que en la zona de las aberturas de salida del aire, estén previstas aletas distribuidoras ajustables. En el caso de velocidades bajas de crucero, la posibilidad de mando mediante el timón de dirección está fuertemente limitada, de manera que se produce una maniobrabilidad suficiente mediante la capacidad individual de ajuste de las palas del rotor. Para hacer posible también una rotación del aparato volador alrededor de un eje vertical, es preferible especialmente a este respecto, cuando las palas ajustables del rotor están dispuestas por pares, en dos cuerpos ascensionales de marcha contraria, y se componen cada una de dos segmentos, que se pueden accionar con independencia uno de otro. Otras aletas distribuidoras ajustables que pueden girar alrededor de un eje transversal del aparato volador, permiten un movimiento hacia delante y hacia atrás en el estado estacionario, que puede mandarse de forma especialmente fina.

Además, es especialmente preferente cuando los cuerpos ascensionales están configurados con un revestimiento exterior como protección mecánica de las palas del rotor, contra una colisión con un obstáculo fijo. Esto quiere decir que el revestimiento no sólo está configurado para el alojamiento del apoyo del árbol del rotor, sino también lo está en forma mecánica correspondientemente robusta, para proteger los cuerpos ascensionales contra un deterioro, cuando el aparato volador sufre con baja velocidad relativa, una colisión con un obstáculo.

A continuación se explica en detalle la presente invención, de la mano de los ejemplos de realización representados en las figuras. Aquí las figuras 1 a 9, y las figuras 11 a 27, muestran características generales del aparato volador según la invención, en forma esquematizada parcialmente, y las figuras 10a a 10d, en detalle, las características esenciales de la invención. En particular se muestran:

Figura 1 Una vista esquemática de una primera variante de realización de un aparato volador según la invención, en representación axonométrica.

Figura 2 Un alzado lateral del aparato volador de la figura 1.

Figura 3 Un corte del aparato volador de la figura 1, a lo largo de la línea A-A en la figura 2.

## ES 2 311 115 T3

Figura 4 Un corte del aparato volador de la figura 1, a lo largo de la línea A-A en la figura 2, con la representación de un revestimiento abierto o cerrado de los cuerpos ascensionales, como están previstos para una alta velocidad de crucero.

5      Figura 5 Una vista del aparato volador de la figura 1, por delante.

Figura 6 Una vista del aparato volador de la figura 1, desde arriba.

10      Figura 7 y 7b Esquemáticamente un cuerpo ascensional del aparato volador de la figura 1.

Figura 8 Figura 8a y figura 8b, la disposición, dirección de rotación y modo de funcionar del cuerpo ascensional del aparato volador de la figura 1.

15      Figura 9 Figura 9a y figura 9b, una pala del rotor con dos segmentos móviles, en el corte transversal, en la posición de fuerzas ascensionales, neutra, fuerza ascensional máxima y fuerza ascensional negativa del aparato volador de la figura 1.

20      Figura 10 Figura 10a, figura 10b, figura 10c y figura 10d, ajustes de las palas del rotor en posiciones seleccionadas a lo largo de la dirección de rotación del cuerpo ascensional del aparato volador de la figura 1.

Figura 11 Las fuerzas ascensionales individuales de los cuerpos ascensionales, para la obtención de un equilibrio estable en el aire, del aparato volador de la figura 1.

25      Figura 12a y figura 12b, la posición de los centros de gravedad individuales y globales de masas, del aparato volador de la figura 1.

Figura 13 La posición inclinada hacia delante del aparato volador de la figura 1, para la obtención de una componente de propulsión hacia delante, para un movimiento lento hacia delante.

30      Figura 14 Figura 14a, figura 14b, figura 14c y figura 14d, la disposición de los cuerpos ascensionales y el ajuste de las palas del rotor para la producción de fuerzas laterales para el movimiento transversal del aparato volador de la figura 1.

35      Figura 15 La producción de una componente de fuerza que actúa por pares en sentido contrario, transversalmente al eje longitudinal del aparato volador, para la producción de un movimiento de rotación del aparato volador alrededor del eje vertical.

40      Figura 16 Figura 16a, figura 16b y figura 16c, una variante especial de un cuerpo ascensional con longitud “duplicada” y palas del rotor que se pueden triscar, para la producción de diferentes fuerzas ascensionales o transversales del aparato volador de la figura 1.

Figura 17 El ajuste de las palas del rotor durante un vuelo descendente en caída libre, con el fin de la autorrotación del cuerpo ascensional, por ejemplo, después de una avería del motor del aparato volador de la figura 1.

45      Figura 18 y figura 18a a figura 18g, una variante de realización de un aparato volador con tan sólo dos cuerpos ascensionales que, accionados en sentido contrario, están dispuestos uno tras otro, en un eje central del aparato volador.

Figura 19 Figura 19a y figura 19b, una variante de realización de un aparato volador con un sistema de rotores de corriente transversal, de dirección contraria, con un eje de rotación común.

50      Figura 20 Una vista esquemática de un aparato volador según la invención, con la disposición de un aparato de reconocimiento unido en forma flexible con el aparato volador.

Figura 21 Otra variante de realización de la invención, en una representación por delante.

55      Figura 22 La variante de realización de la figura 21, desde arriba.

Figura 23 La variante de realización de la figura 21, en una representación axonométrica.

60      Figura 24 Otra variante de realización de la invención en una representación lateral.

Figura 25 La variante de realización de la figura 24, por delante.

65      Figura 26 Una representación esquemática para explicar el mando de las palas del rotor, y

Figura 27 Un detalle de la figura 26.

## ES 2 311 115 T3

El aparato volador según la figura 1 a la figura 8, se compone de un fuselaje 1 con un eje 1a longitudinal, y de cuatro cuerpos 2, 3, 4 y 5 ascensionales dispuestos paralelos a este eje 1a longitudinal, en forma preferente por encima de la posición del centro de gravedad, que están protegidos contra colisión con un obstáculo fijo, por una protección 6 lateral. En la zona 9 inferior se encuentran en forma conocida en sí misma, un timón 11 de profundidad y un timón 10 de dirección, de preferencia también el grupo propulsor, por ejemplo, una o dos turbinas de gas y el engranaje, así como grupos propulsores adicionales (aquí no representados), realizados por ejemplo, como turboreactores de doble flujo que prestan al aparato volador una gran velocidad de crucero, o en caso de la correspondiente realización oscilante, pueden favorecer el proceso de despegue y aterrizaje. Patines o pies 12 de apoyo similares, sostienen el aparato volador en el suelo. Mediante tirantes 13, 14 longitudinales que pueden presentar una forma de la sección transversal aerodinámica, o un diseño de celosía optimizado en el peso, está unida la zona posterior del aparato volador con la zona anterior, además, con los tirantes longitudinales y la protección lateral, está previsto un diseño estable para un apoyo (aquí no representado en detalle) de los cuerpos 2, 3, 4, 5 ascensionales, en la zona central.

En la figura 2, pueden verse las proporciones de las longitudes según las cuales, la longitud de los cuerpos 2, 3, 4, 5 ascensionales rotatorios, corresponde aproximadamente al 50% de la longitud total, de preferencia al 70%, del aparato volador. En la figura 3 se pueden ver los cuerpos 2, 3, 4, 5 ascensionales que giran en dirección contraria alrededor de los ejes 20a, 20b de rotación, y las palas 8 del rotor necesarias para la producción de la fuerza ascensional. Para una alta velocidad de crucero con economía simultánea de combustible, están previstos los grupos propulsores adicionales, aquí no representados en detalle, y para la reducción de la resistencia del aire, los cuerpos 2, 3, 4, 5 ascensionales, que en caso de una alta velocidad de crucero, no pueden producir la fuerza ascensional necesaria, se cubren en el aparato volador mediante carenados apropiados de revestimiento, de forma aerodinámica. Según la figura 4, estos carenados de revestimiento pueden estar configurados como superficies 40a, 40b compactas (representadas como, por ejemplo, en la figura 4, en estado abierto, para una acción óptima de los cuerpos ascensionales), o como un sistema de láminas 40a', 40b', 41a', 41b' que se pueden ajustar opcionalmente en un revestimiento cerrado o para un paso libre del aire.

Como se representa en la figura 7, un cuerpo 2, 3, 4, 5 ascensionales se compone en lo esencial de un eje 7 de rotación, de dos discos 2a-2b, 3a-3b, 4a-4b, 5a-5b terminales con el diámetro 23b D, y de un número determinado (de preferencia de 4 a 10) de palas 8 de rotor que están dispuestas móviles alrededor de un eje 8a de giro en los dos discos (por ejemplo, 2a-2b) terminales, y durante una revolución completa, describen una trayectoria 23a circular con el radio 23 R. La profundidad 8e,  $t$ , de la pala del rotor es función del orden de magnitud de toda la construcción, y asciende a un 30 a 50% del radio 23 R de la trayectoria circular, la longitud 8d L de la pala 8 del rotor, asciende de preferencia a un 25 a 35% de la longitud total del aparato volador. En estado de funcionamiento, el cuerpo ascensionales rota con un número nominal de revoluciones (de preferencia unas 750 a 3000 r.p.m.) alrededor del eje 7 de rotación y, durante una revolución completa, las palas 8 del rotor se ajustan individualmente en cada posición instantánea, con relación a la tangente 23b de la trayectoria 23a circular con el radio 23 R, de manera que en la zona de la posición extrema superior e inferior, se pueden producir fuerzas ascensionales máximas, y en las dos posiciones extremas verticales, sobre la pala del rotor actúan exclusivamente fuerzas de resistencia aerodinámica. La disposición preferente de la dirección 20 de rotación de los cuerpos ascensionales en el aparato volador, es en sentido contrario.

En la figura 8 están representadas en detalle las condiciones de circulación, sirviendo de norma, por causa de la geometría de las palas del rotor, la teoría de los planos de sustentación, según la cual por debajo de la pala ajustada del rotor se produce una elevación de presión para una velocidad relativa definida, y por encima, una depresión. Las componentes de fuerza correspondientes que actúan sobre una pala del rotor, resultan de estas dos componentes de presión. Para el correspondiente ajuste de las palas del rotor con relación a la tangente 23b de la trayectoria 23a circular, durante una revolución completa de los cuerpos 2, 3, 4, 5 ascensionales con el número nominal de revoluciones, se aspira aire del entorno preferentemente desde arriba 18a, se introduce a presión 18b en los cuerpos ascensionales que rotan, se aspira hacia abajo 19a, y se expulsa a presión 19b. Una variante óptima de realización está representada en la figura 9, figura 9a y figura 9b. En esta variante de realización la pala 8 del rotor se compone de al menos tres elementos, y precisamente de un eje 8a estable de giro, de un morro 8b móvil de la pala del rotor, y de una punta 8c móvil de la pala del rotor. Para el funcionamiento normal, el morro 8b de la pala del rotor puede girar el ángulo  $\alpha$  21a, de preferencia de  $\pm 3^\circ - 10^\circ$  con relación a la tangente de la trayectoria 23a circular, y la punta 8c de la pala del rotor puede girar el ángulo  $\beta$  21b, de preferencia de  $\pm 3^\circ - 10^\circ$  con relación a la tangente de la trayectoria 23a circular. Para el caso especial de "autorrotación", la punta de la pala del rotor y el morro de la pala del rotor, pueden girar  $> 90^\circ$ , de preferencia unos  $105^\circ$ . Según la figura 9a se puede producir una componente 22 Fa vertical de la fuerza en la dirección del eje 7 de rotación del cuerpo ascensionales, cuando para el número nominal de revoluciones, en la posición superior extrema, el morro 8b de la pala del rotor se ajusta con el ángulo  $\alpha < 0^\circ$ , y la punta de la pala del rotor, con el ángulo  $\beta > 0^\circ$ , referidos cada uno a la dirección 23b de la tangente de la trayectoria 23a de circulación, y viceversa según la figura 9b, se puede producir una componente 22 Fa vertical de la fuerza en dirección contraria al eje 7 de rotación del cuerpo ascensionales, cuando para el número nominal de revoluciones, en la posición superior extrema, el morro 8b de la pala del rotor se ajusta con el ángulo  $\alpha > 0^\circ$ , y la punta de la pala del rotor, con el ángulo  $\beta < 0^\circ$ , referidos cada uno a la dirección 23b de la tangente de la trayectoria 23a de circulación. En la figura 10 están representados en detalle los dos cuerpos ascensionales propulsados en dirección contraria con los ajustes óptimos de las palas del rotor en las diferentes posiciones, para la producción de una fuerza ascensionales máxima para el número nominal de revoluciones. La figura 10a (detalle W de la figura 10) muestra las relaciones angulares del morro de la pala del rotor y de la punta de la pala del rotor, al entrar en la trayectoria superior de circulación después de abandonar la posición vertical neutra, la figura 10b (detalle X de la figura 10) muestra las relaciones angulares del morro de la pala del rotor y de la punta de la pala del rotor, en la posición superior extrema de la trayectoria de circulación, la figura 10c (detalle Y de la figura 10) muestra las relaciones angulares del morro de la pala del rotor y de la punta de la pala del rotor,

## ES 2 311 115 T3

en la trayectoria superior de circulación, antes de la entrada en la posición vertical neutra, la figura 10d (detalle Z de la figura 10) muestra las relaciones angulares del morro de la pala del rotor y de la punta de la pala del rotor, en la posición inferior extrema de la trayectoria de circulación.

5 Una posición estacionaria estable en el aire está dada en la figura 11 a la figura 12b, haciendo que cada cuerpo 2, 3, 4, 5 ascensional pueda producir por separado para cada situación, fuerzas 35a, 35b, 35c y 35d,  $A_1$  a  $A_4$ , y con ello puede producirse un estado de equilibrio para el centro 32 S de gravedad de toda la masa 33  $m$ , o para los centros 32a de gravedad de la masa de la parte principal, de la masa 33a  $m_1$  parcial de la cabina del piloto, con la distancia 34a  $s_1$ , y 32b del centro de gravedad de la masa parcial de la zona 33b  $m_2$  posterior del aparato volador, con la distancia 10 34b  $s_2$  del centro de gravedad parcial, y la distancia 34c  $s_3$  del centro de gravedad lateral al centro 32 S de gravedad de toda la masa 33  $m$ . Con ello se puede reaccionar también en todo momento a situaciones variables de equilibrio.

Después de alcanzar una posición definida en altura que puede adoptarse mediante los cuerpos 2, 3, 4, 5 ascensionales que rotan, es posible un paso desde una posición estacionaria a un movimiento lento hacia delante o a un movimiento hacia atrás, haciendo que el aparato volador adopte una posición inclinada (figura 13), y que de la fuerza 15 35a, 35b ascensional resultante de los cuerpos ascensionales, pueda derivarse una componente 35a', 35b' de la fuerza que haga posible una aceleración hacia delante o hacia atrás, mientras la componente 35a'', 35b'' vertical de la fuerza, continúa manteniendo el aparato volador en equilibrio.

20 Es posible un movimiento del aparato volador transversal al eje longitudinal en el estado estacionario, mediante un ajuste especial de las palas del rotor respecto a la dirección 23b de la tangente de la trayectoria 23a del movimiento de las palas del rotor. En la figura 14 está representado un movimiento transversal con la velocidad 36  $v_x$ , que se obtiene haciendo que según la figura 14a, las palas del rotor en la situación de la posición vertical extrema, se lleven a una posición 21 inclinada correspondiente, de manera que se aspire aire 18a desde una dirección, y se expulse a 25 presión 19b casi transversalmente a través del aparato volador; también aquí hay que aplicar la teoría de los planos sustentadores. En la figura 14b está representada la posición de la pala del rotor en una posición neutral, mientras que según el ajuste de la pala del rotor en la figura 14c se ejercería sobre el aparato volador una componente 22 Fq de la fuerza alejándose del eje de rotación, y tendría como consecuencia un movimiento con la velocidad 36  $v_x$  de derecha a izquierda, y según la representación de la figura 14d se ejercería sobre el aparato volador una componente 22 Fq de la fuerza en dirección contraria, en la dirección del eje de rotación, y tendría como consecuencia un movimiento con la velocidad 36  $v_x$  de izquierda a derecha. Mediante la producción por pares en sentido contrario de las componentes 22 Fq de la fuerza en la zona anterior y posterior del cuerpo ascensional según la figura 15, puede conseguirse un movimiento 36a de rotación en el estado estacionario, alrededor del eje 1b vertical del aparato volador, en el sentido, o en sentido contrario, de las agujas del reloj.

35 Los mismos efectos y maniobras como las descritas precedentemente, se pueden conseguir también, cuando en lugar de cuatro, sólo se emplean dos cuerpos 2, 3 ascensionales dispuestos por pares en sentido contrario, que sin embargo se realizan con una longitud 2L duplicada (figura 16). En esta variante de realización, las palas del rotor son deformables elásticamente alrededor del eje 8a de giro. El morro 8b de la pala del rotor y la punta 8c de la pala del rotor, se pueden desplazar paralelamente en los dos extremos, o de forma diferente. En la figura 16a está representada una posición neutral de la pala del rotor (corte II-II de la figura 16), como se genera en caso de un desplazamiento en sentido contrario de los dos extremos de la pala del rotor según la figura 16b (corte I-I de la figura 16) y de la figura 16c (corte III-III de la figura 16). Con ello es posible, en una variante de realización con sólo dos cuerpos ascensionales que giran en sentido contrario, corregir en vuelo diferentes posiciones de los centros de gravedad, realizar movimientos 45 hacia delante y hacia atrás con baja velocidad de vuelo, y poder realizar movimientos de rotación alrededor del eje vertical.

En caso de una posibilidad de regulación suficientemente grande, del movimiento oscilante de la pala del rotor, en el vuelo descendente después de, por ejemplo, un fallo de un grupo propulsor por encima de una altura crítica de vuelo, 50 es posible una autorrotación de los cuerpos ascensionales, y por tanto, un aterrizaje seguro. La figura 17 muestra el correspondiente ángulo 21  $\alpha$  de ajuste de las palas del rotor y la corriente 41 relativa de aire, así como la dirección 20 de rotación de los cuerpos ascensionales, cuando el aparato volador cae hacia abajo en caída libre en dirección vertical, con la velocidad 40 de descenso.

55 Otra variante de realización de un aparato volador con dos cuerpos 2, 3 ascensionales que rotan en sentido contrario, está representada en la figura 18, mostrando la figura 18a un alzado lateral, y la figura 18b una vista frontal. Los dos cuerpos ascensionales que rotan en sentido contrario, están dispuestos uno tras otro, a lo largo del eje central del aparato volador, a lo largo de un eje común de rotación. La figura 18c muestra un corte I-I de la figura 18a, en el que están representados el apoyo del eje de rotación de los cuerpos 2, 3 ascensionales, y el revestimiento de protección lateral. La figura 18d muestra el corte II-II de la figura 18a, y la figura 18e el corte III-III de la figura 18a, en las que pueden verse la disposición y la dirección de rotación de los dos cuerpos ascensionales situados uno tras otro, en la representación para un estado estacionario o vuelo ascendente. La figura 18f muestra el corte II-II de la figura 18a, y la figura 18g muestra el corte III-III de la figura 18a en la posición de las pala del rotor para conseguir la autorrotación en vuelo descendente libre, después de, por ejemplo, el fallo de un grupo propulsor.

65 La figura 19 muestra otra variante de realización de un aparato volador, apropiado para el proceso de despegue y aterrizaje vertical, aunque realizado con cuerpos 36, 37, 38, 39 ascensionales que están configurados como rotores de corriente transversal. La figura 19a muestra la vista en planta desde arriba de un aparato volador semejante, y la

## ES 2 311 115 T3

figura 19b una representación según el corte I-I de la figura 19. En esta variante de realización se emplean los llamados rotores de corriente transversal que están provistos con dispositivos 6 exteriores de distribución de corriente, que están dispuestos ajustables correspondientemente y, por tanto permiten conseguir una vez más, una maniobrabilidad casi ilimitada (movimiento adelante, movimiento atrás, movimiento transversal, movimiento de rotación alrededor del eje vertical). Estos cuerpos 36, 37, 38, 39 ascensionales, realizados como rotores de corriente transversal, se componen cada uno de dos discos terminales redondos, que llevan una multitud de palas 36a, 37a del rotor, y rotan alrededor de un eje de rotación. En una variante preferente de realización, para el aumento de los rendimientos reotécnicos, en cada uno de los rotores 38 exteriores de corriente transversal, está insertado un rotor 37 interior menor de corriente transversal con dirección de rotación en sentido contrario.

Condicionado por el hecho de que por encima del aparato volador no existen grupos rotativos ningunos, en caso de necesidad es posible también al piloto, abandonar sin peligro y con seguridad el aparato volador, también mediante asiento eyectable. Además, según la figura 20 puede estar previsto también por encima del aparato volador un grupo (radar, sensor óptico, ...) designado como aparato 43 de reconocimiento que en caso necesario, puede trasladarse verticalmente en altura mediante una unión 44 flexible y, a continuación, retirarse de nuevo. Esto es práctico entonces, cuando en el empleo militar, con el aparato volador se debe de obtener un sobrevuelo de rayos enemigos de radar detrás de cubiertas protectoras en el terreno, o en alineaciones de edificios, y para la captación de la situación militar, por ejemplo, detrás de una formación protectora del terreno, se registra la situación militar, en lugar de hacer una peligrosa "emersión" breve, solamente se dispara el aparato 43 de reconocimiento verticalmente en altura, registra la situación militar y, a continuación, se introduce de nuevo con seguridad el aparato de reconocimiento con la unión flexible, en el fuselaje del aparato volador.

El aparato volador de la figura 21 se compone de un fuselaje 1 con un eje 1a longitudinal, y dos rotores 2, 3 de corriente transversal dispuestos por encima de este eje 1a longitudinal. En la zona posterior del fuselaje están previstos en forma normal en sí misma. un timón 11 de profundidad y un timón 10 de dirección. Patines 46 sostienen el aparato volador en el suelo. Detrás de los rotores 2, 3 de corriente transversal, en la zona de los mecanismos 4, 5 distribuidores, están previstos dos turboreactores 47 de doble flujo, para producir el avance necesario.

En la figura 22 puede verse que la longitud L1 de los rotores 2, 3 de corriente transversal, corresponde aproximadamente al 50% de la longitud L de todo el aparato volador.

En la figura 25 está representada en corte la estructura del aparato volador con mayor detalle. Los rotores 2, 4 poseen una multitud de palas 8 que están dispuestas a lo largo de la periferia. En la periferia los rotores 2, 3 están cubiertos cada uno por una primera superficie 49 estabilizadora, y por una segunda superficie 50 estabilizadora. Aquí la primera superficie 49 estabilizadora está configurada como parte de la superficie exterior del fuselaje 1, mientras que cada una de las segundas superficies 50 estabilizadoras, está configurada como chapa deflectora de la corriente. Mediante la rotación de los rotores 2, 3 de corriente transversal en el sentido de las flechas 51, se induce una corriente de aire, de manera que se aspira aire a lo largo de las flechas 52, y se expulsa en la dirección de las flechas 53. La zona superior abierta de los rotores 2, 3, sirve pues como abertura 54 de admisión de aire, y la zona inferior abierta como abertura 55 de salida de aire. Por el impulso de las cantidades de aire expulsadas hacia abajo, se produce en conjunto una fuerza ascensional sobre el aparato volador, que está representada por la flecha 56, y que con el dimensionado correspondiente, es suficiente para elevar el aparato volador, del suelo.

Por debajo de los rotores 2, 3, están previstas aletas 17 distribuidoras que en la variante de realización de la figura 24, se componen de varios segmentos 17a, 17b, 17c que pueden girar con independencia unos de otros, alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal del aparato volador. De este modo, mediante las aletas 17 distribuidoras, se puede provocar también una rotación del aparato volador alrededor de un eje 1b vertical. Se muestra que en las aletas 17 distribuidoras dispuestas debajo de las aberturas 55 de expulsión del aire, se puede cambiar correspondientemente la dirección de los chorros de aire en el sentido de las flechas 53. En la posición mostrada en la figura 25, mediante el giro de la aleta 17 distribuidora móvil, se produce una componente de la fuerza que está ilustrada mediante la flecha 56. Dentro de los rotores de corriente transversal, pueden estar previstas aletas 58 distribuidoras para la conducción mejorada de la corriente de aire. Las aletas 58 distribuidoras pueden estar realizadas móviles, lo cual mejora la capacidad de maniobra con gran eficiencia.

El accionamiento de los rotores 2, 3 de corriente transversal, en principio se puede llevar a cabo mediante motores de pistón, no obstante, se realiza de preferencia mediante turbinas de gas, lo cual no está representado en los dibujos.

En la figura 26 se puede ver que las palas 8 individuales están dispuestas giratorias alrededor de un punto 61 de giro, mediante una barra 60 de tracción. Las barras 60 de tracción están apoyadas en un punto 62 neutro común que se puede desplazar como se quiera respecto al eje 63. De este modo se puede ajustar una corriente total en cualquier dirección. Las palas 8 del rotor están guiadas mediante pivotes 64 en correderas 65, para garantizar la correspondiente estabilidad.

En la figura 27 se puede reconocer que una zona 66 terminal de la pala 8 del rotor, puede ajustarse por separado. Una palanca 67 unida con la zona 66 terminal, posee un pivote 68 que está guiado en una segunda corredera 69, de manera que la pala 8 del rotor adopta un perfil asimétrico de plano sustentador, lo cual mejora la potencia de transporte y la eficiencia. Cuanto más se acentúe el ajuste global de la pala 8 del rotor, tanto más se acentúa también el ajuste adicional de la zona 66 terminal y, por tanto, todo el perfilado de la pala 8 del rotor.

## ES 2 311 115 T3

La presente invención describe un aparato volador que presenta la posibilidad de un despegue vertical y de un aterrizaje vertical, permite una maniobrabilidad casi ilimitada en el estado estacionario, ofrece una alta velocidad de crucero con economía simultánea de combustible, permite al piloto, en caso necesario, un abandono seguro del aparato volador, y aloja un aparato de reconocimiento dispuesto flexible por encima del aparato volador.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

5 1. Aparato volador con un fuselaje (1) y al menos dos cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales colocados en el fuselaje (1), que en lo esencial están configurados cilíndricos huecos, y que presentan una multitud de palas (8) de rotor confi-  
guradas similares a planos de sustentación, y que se extienden por la periferia de los cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales,  
y están dispuestas móviles oscilantes alrededor de su eje longitudinal, estando cubierta la periferia de los cuerpos (2, 3,  
3, 4, 5) ascensionales por al menos una superficie (49, 50) estabilizadora, y presentando cada uno de los cuerpos (2, 3,  
4, 5) ascensionales, un eje (7a, 7b) del cilindro, que en lo esencial es paralelo a un eje (1a) longitudinal del aparato vo-  
lador, y accionándose mediante al menos un grupo propulsor para la rotación alrededor de su eje (7a, 7b) longitudinal,  
10 **caracterizado** porque las palas (8) del rotor están realizadas de dos partes (8b, 8c), y presentan partes (8c) posteriores  
que son móviles alrededor de un eje (8a) de giro, con independencia de las partes (8b) anteriores, y porque durante la  
rotación de los cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales alrededor de su eje longitudinal, tiene lugar un movimiento oscilante  
de giro de las partes posteriores de las palas (8) del rotor, con independencia de las partes anteriores.

15 2. Aparato volador según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la periferia del rotor está cubierta parcialmente  
por una primera superficie (49) estabilizadora y por una segunda superficie (50) estabilizadora, de manera que entre  
estas dos superficies (49, 50) estabilizadoras se forman una abertura (14) de admisión de aire y una abertura (15) de  
salida de aire, y porque una superficie (49, 50) estabilizadora está formada al menos parcialmente por una superficie  
20 exterior del fuselaje (1).

3. Aparato volador según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque los cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales están  
dispuestos por encima de la posición del centro de gravedad del aparato volador.

25 4. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque los cuerpos (2, 3, 4, 5)  
ascensionales están configurados cilíndricos huecos, accionados en sentido contrario por turbinas de gas.

30 5. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque para una alta velocidad de  
crucero están previstos turborreactores (47) adicionales de doble flujo que están realizados de preferencia giratorios  
oscilantes para permitir un reforzamiento adicional en el despegue, en el aterrizaje, o en otras maniobras.

6. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el aparato volador está  
realizado con dos cuerpos (2, 3) ascensionales que estando situados uno tras otro, a lo largo del eje (1a) longitudinal  
del aparato volador, están dispuestos rotando en dirección contraria.

35 7. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el aparato volador está  
realizado con dos cuerpos (2, 3) ascensionales cuyos ejes centrales están situados paralelos uno junto a otro.

40 8. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el aparato volador está  
realizado con cuatro cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales, rotando cada dos cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales en sentido  
contrario, y estando dispuestos paralelos uno a otro.

45 9. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque en el interior de cada uno  
de los cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales, está previsto al menos una aleta (18) distribuidora que de preferencia está  
configurada ajustable.

50 10. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque en la zona de las aberturas  
(15) de salida de aire, están previstas aletas (17) distribuidoras ajustables que se componen de dos, de preferencia de  
tres, segmentos (17a, 17b, 17c) para hacer posible una rotación alrededor de un eje (1b) vertical.

11. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque por debajo de los cuerpos  
(2, 3, 4, 5) ascensionales están previstas otras aletas (17) distribuidoras ajustables que permiten un movimiento hacia  
delante o hacia atrás, en el estado estacionario.

55 12. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque las palas (8) del rotor de los  
cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales son ajustables individualmente, para poder producir fuerzas ascensionales y fuerzas  
laterales, así como para poder compensar posiciones diferentes del centro de gravedad.

60 13. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque los cuerpos (2, 3, 4, 5)  
ascensionales están provistos con cubiertas (40, 41), realizadas como cubiertas compactas, o como un sistema de  
láminas que por una parte garantizan un paso libre del aire, y para una alta velocidad de crucero en donde está limitada  
la eficiencia de los cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales, reducen las pérdidas de circulación.

65 14. Aparato volador según alguna de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque los cuerpos (2, 3, 4, 5)  
ascensionales presentan lateralmente un revestimiento (6) de protección que garantiza un paso libre de aire, aunque en  
caso necesario, protegen los cuerpos (2, 3, 4, 5) ascensionales que rotan, contra colisión con un obstáculo fijo.

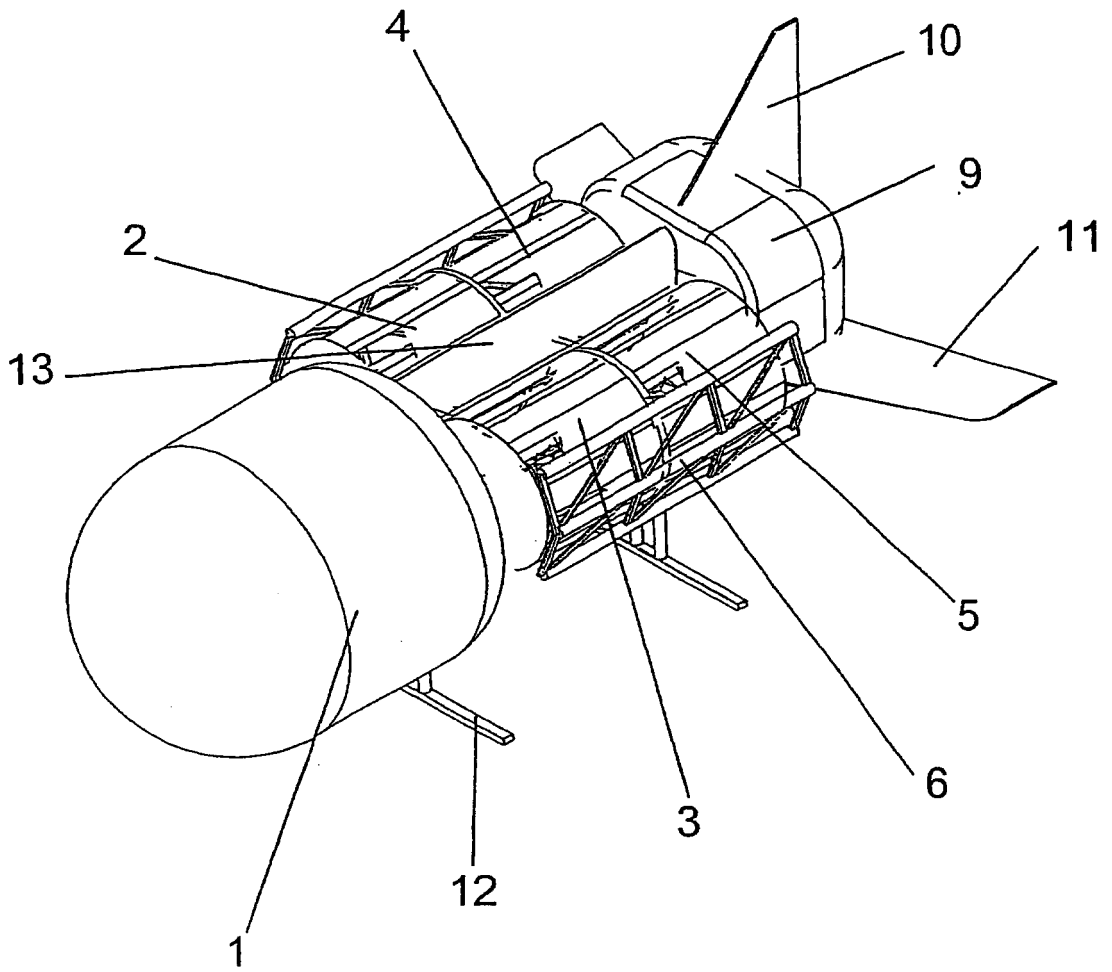


Fig. 1

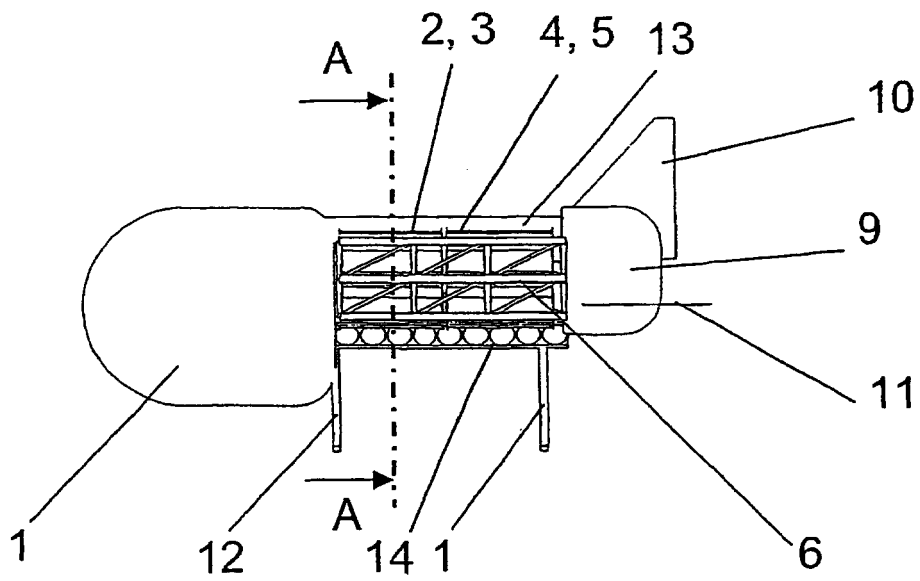


Fig. 2

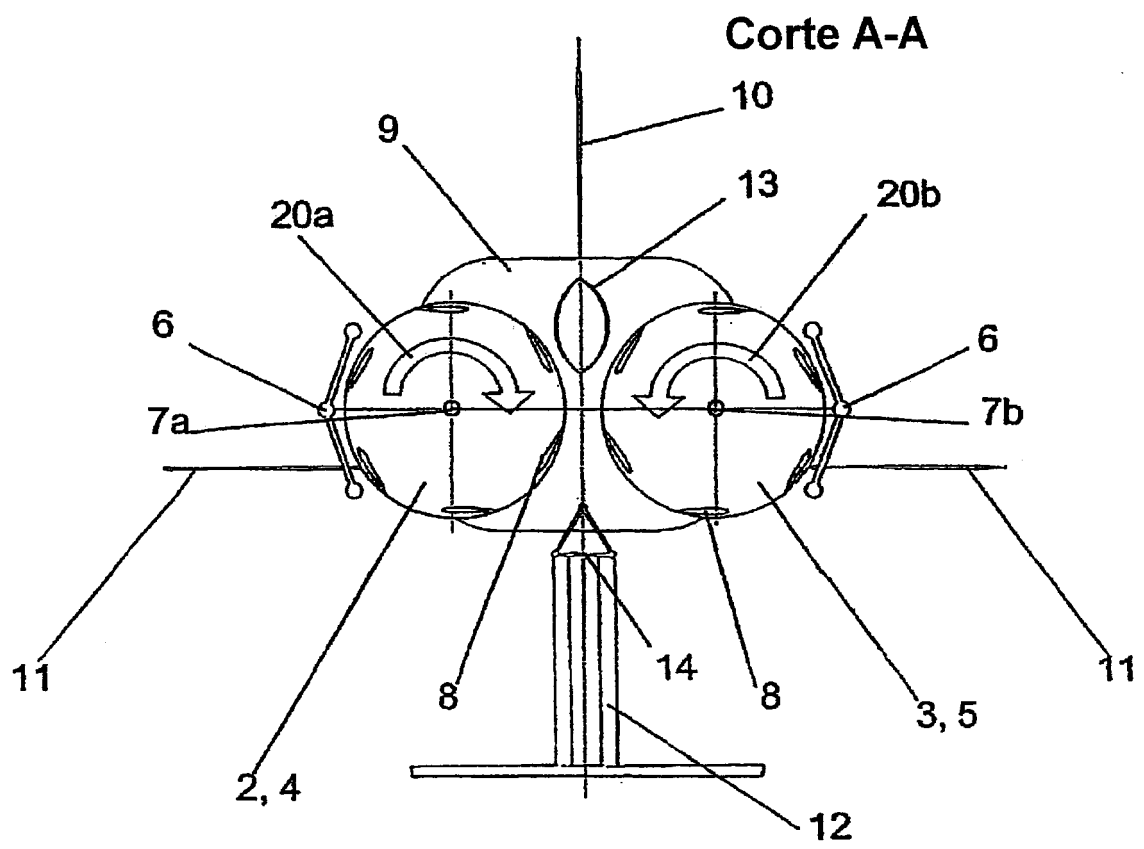


Fig. 3

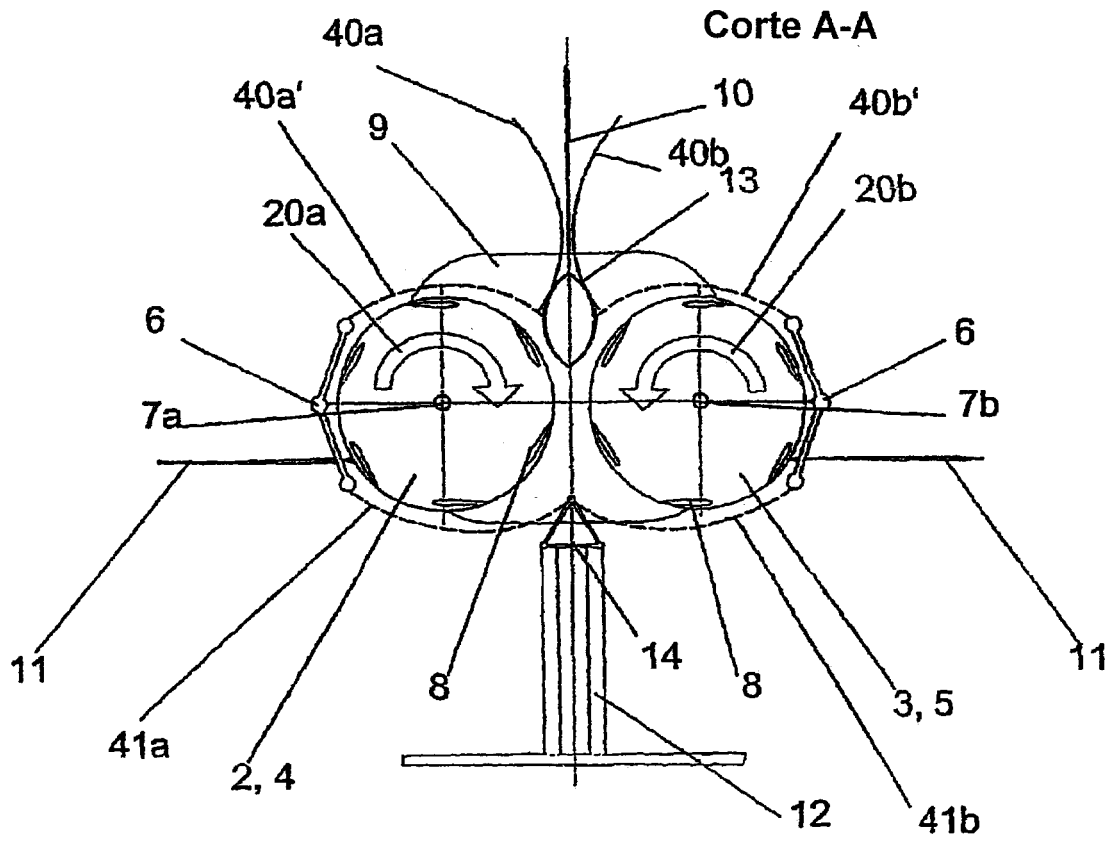


Fig. 4

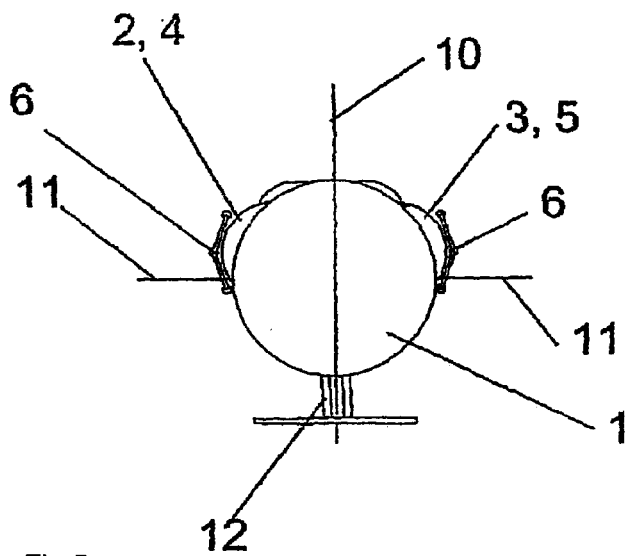


Fig. 5

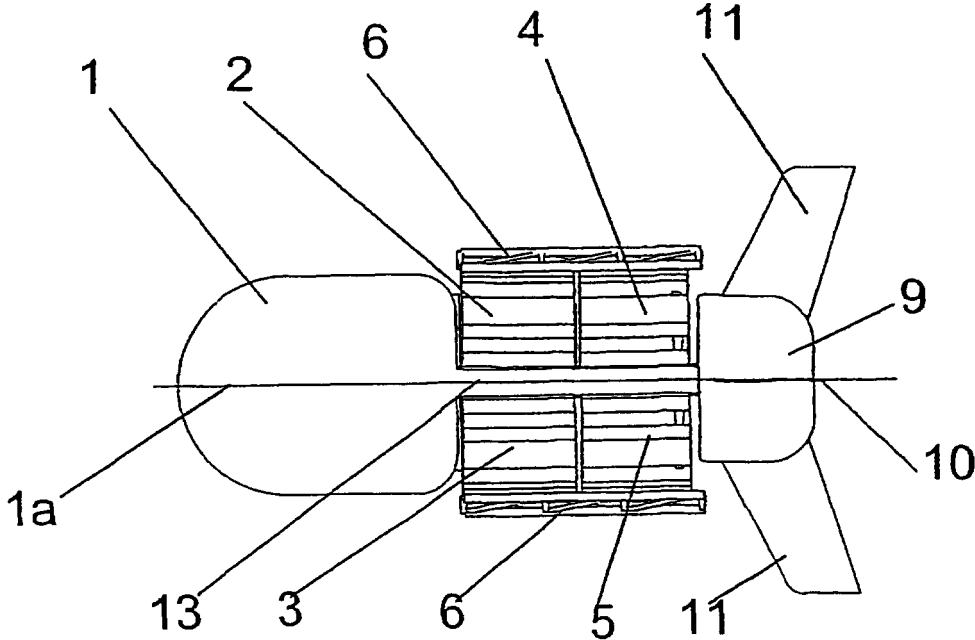


Fig. 6

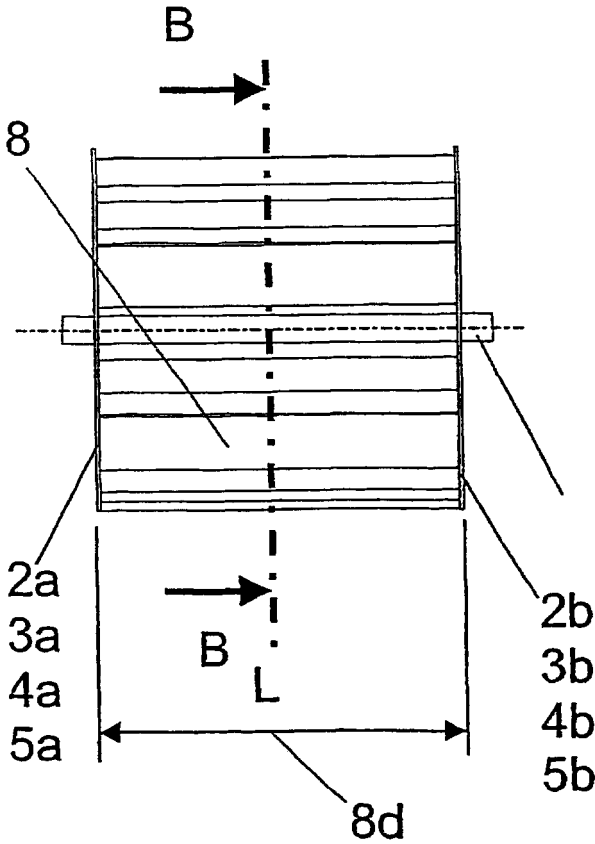


Fig. 7

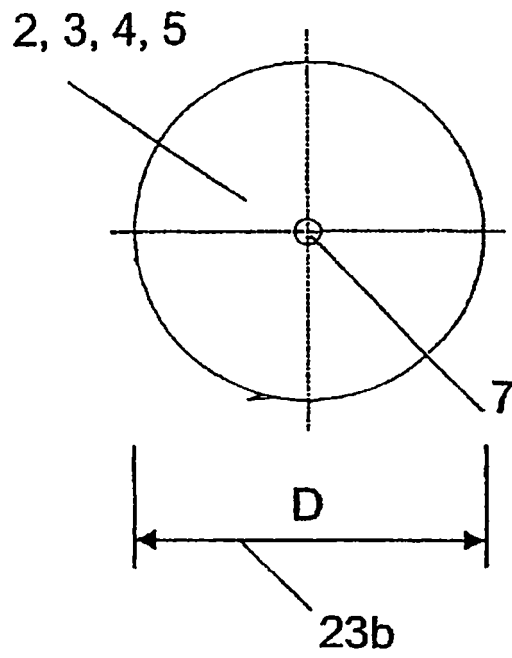


Fig. 7a

**Corte B-B**

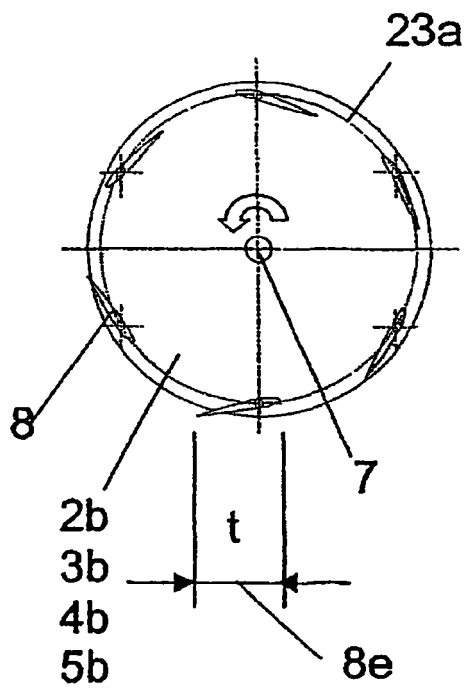


Fig. 7b

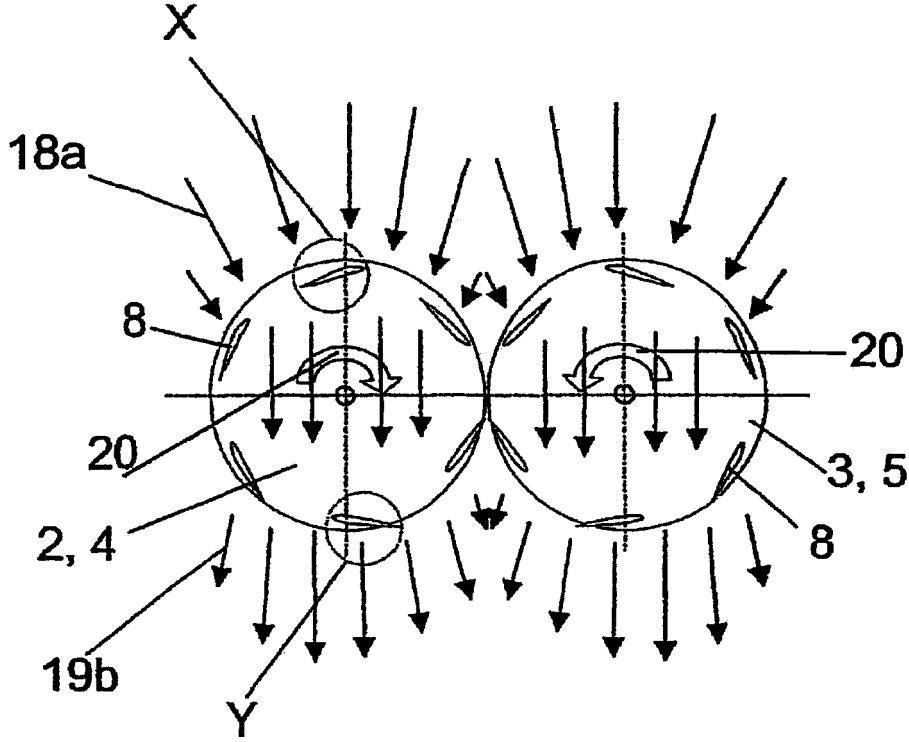


Fig. 8

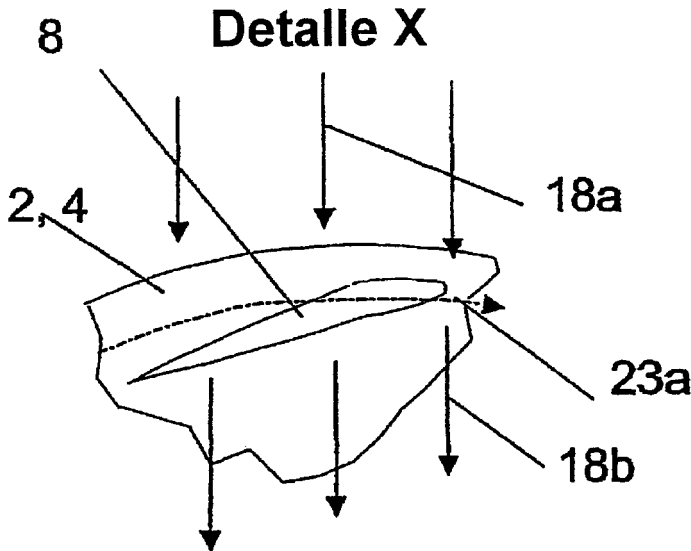


Fig. 8a

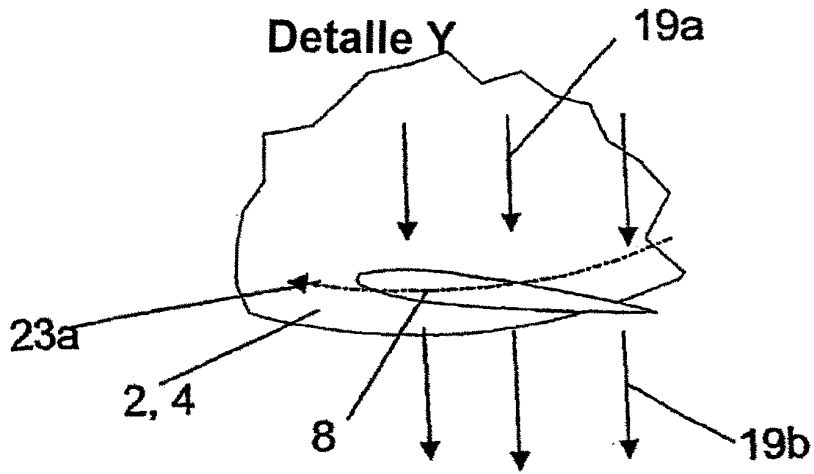


Fig. 8b

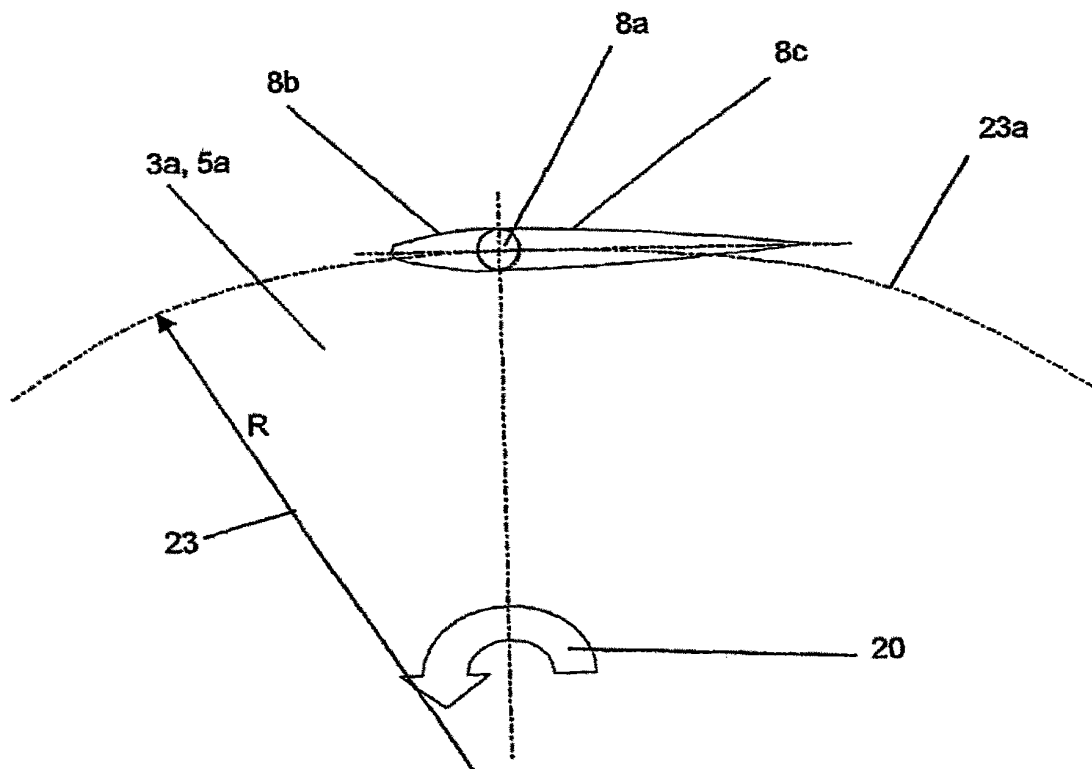


Fig. 9

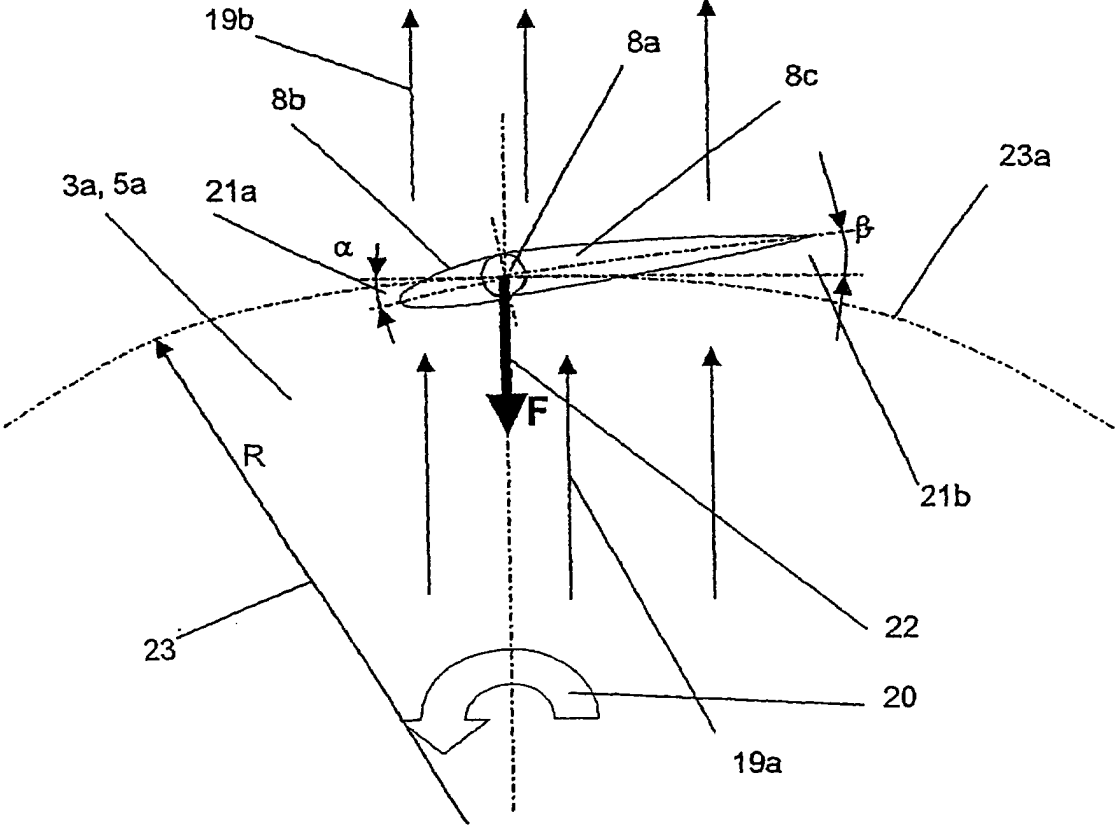


Fig. 9a

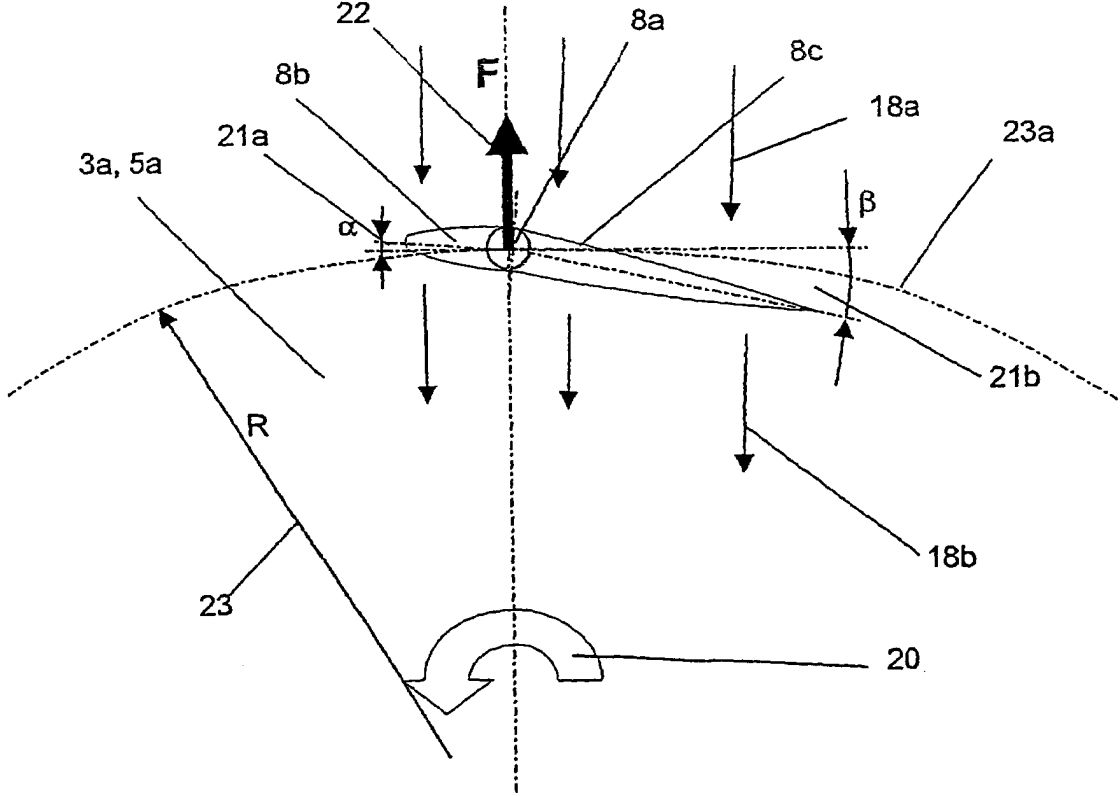


Fig. 9b

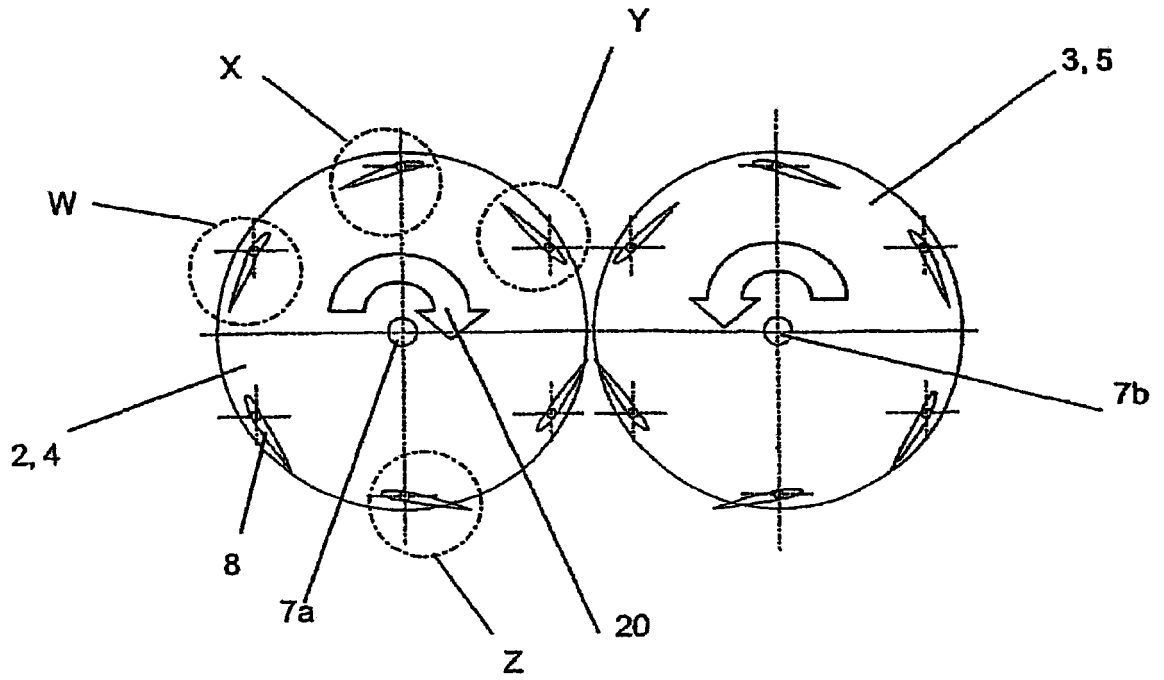


Fig. 10

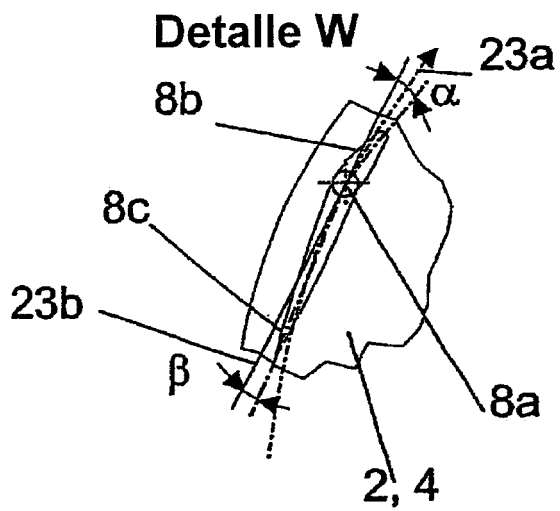


Fig. 10a

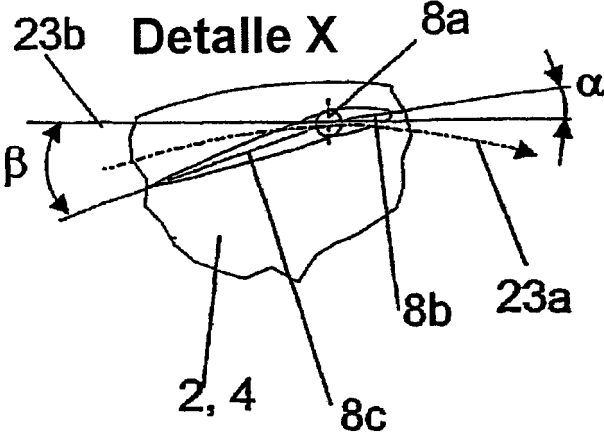


Fig. 10b

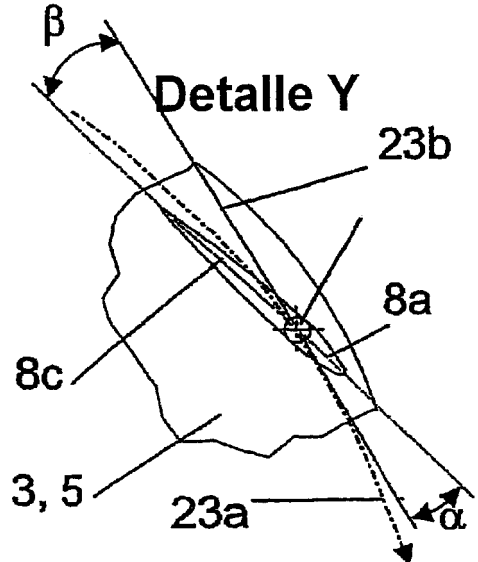


Fig. 10c

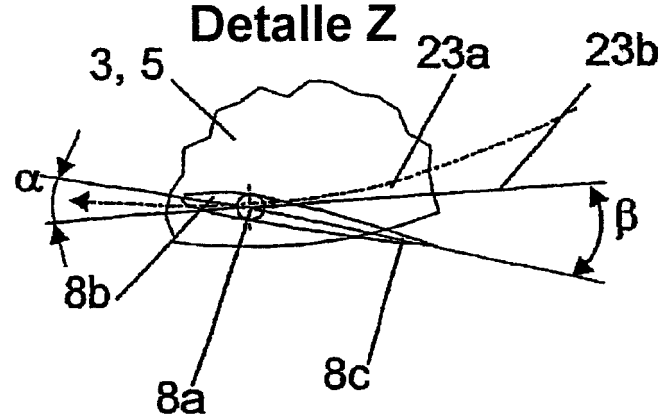


Fig. 10d

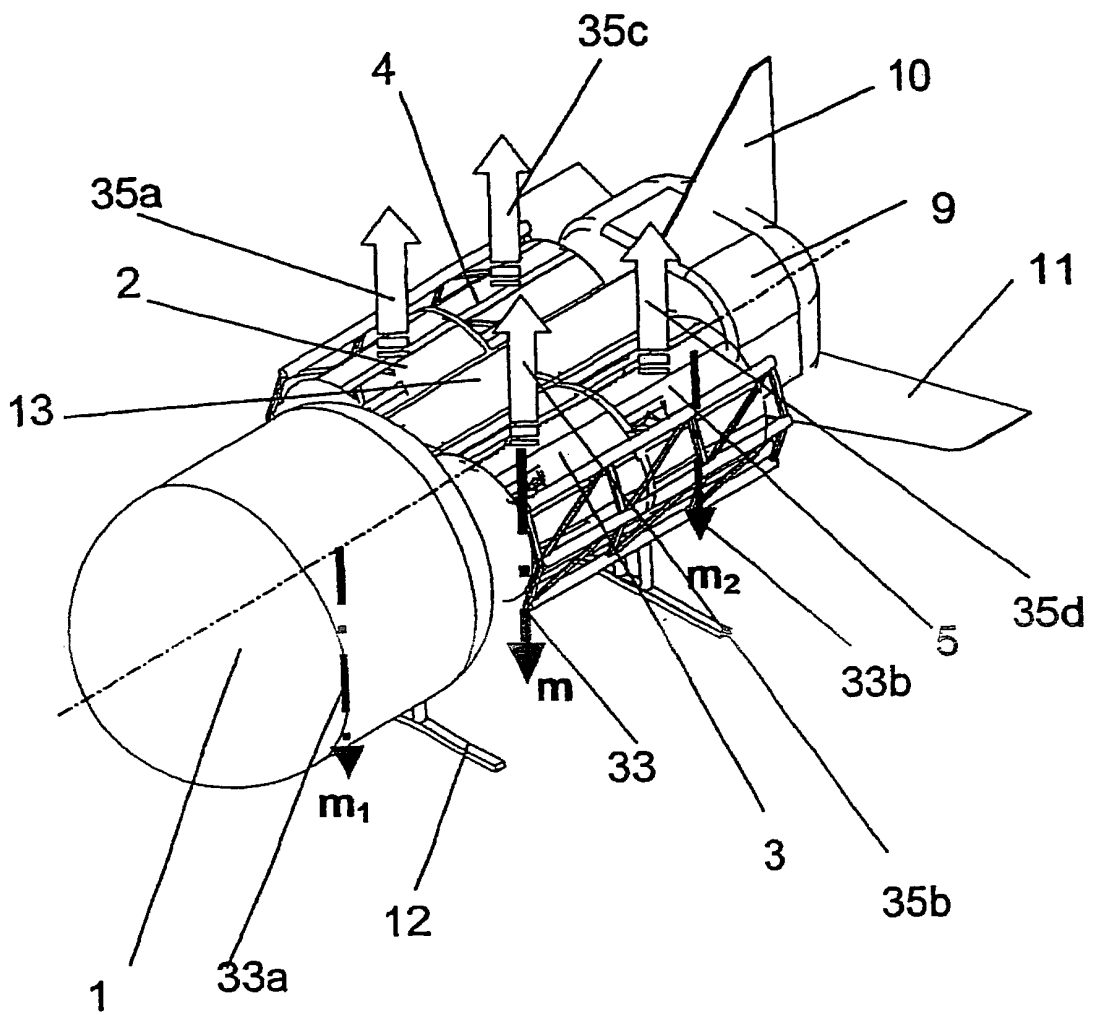


Fig. 11

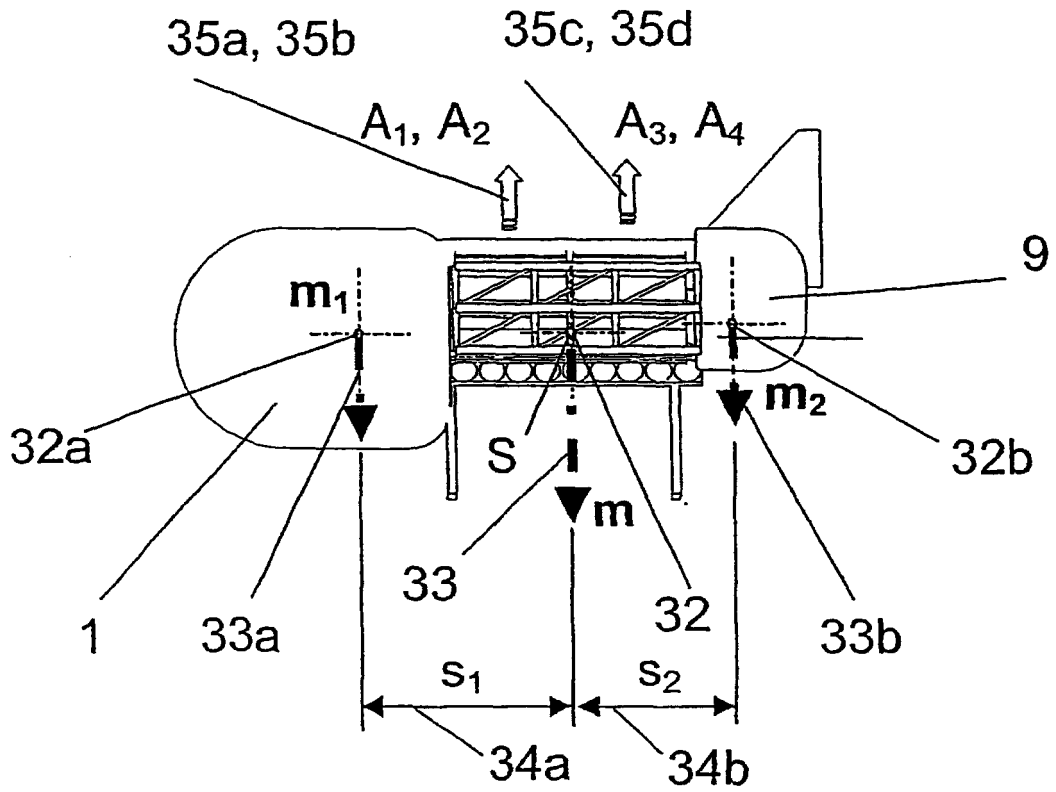


Fig. 12a

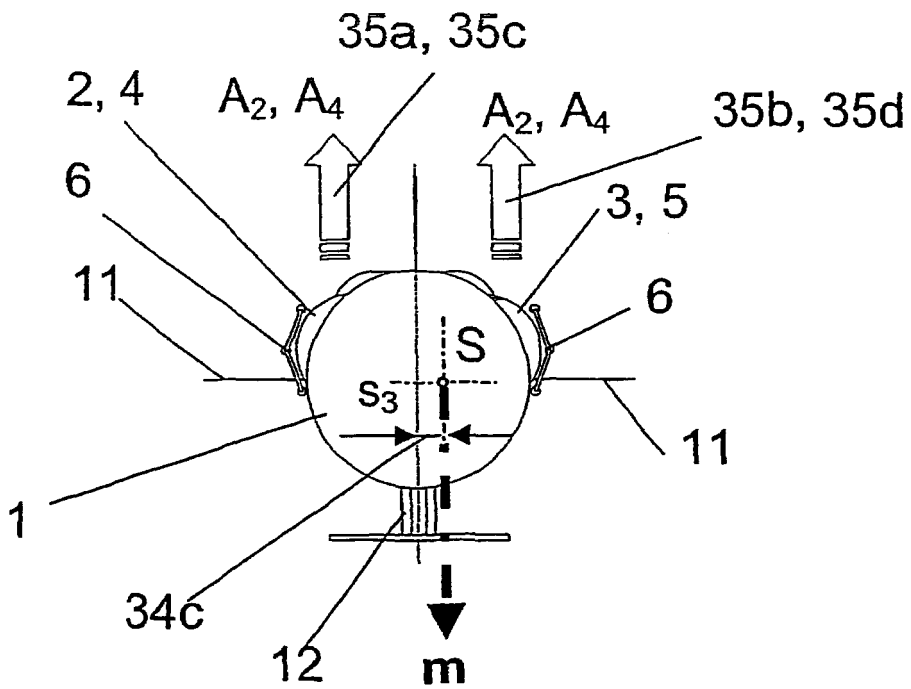


Fig. 12b

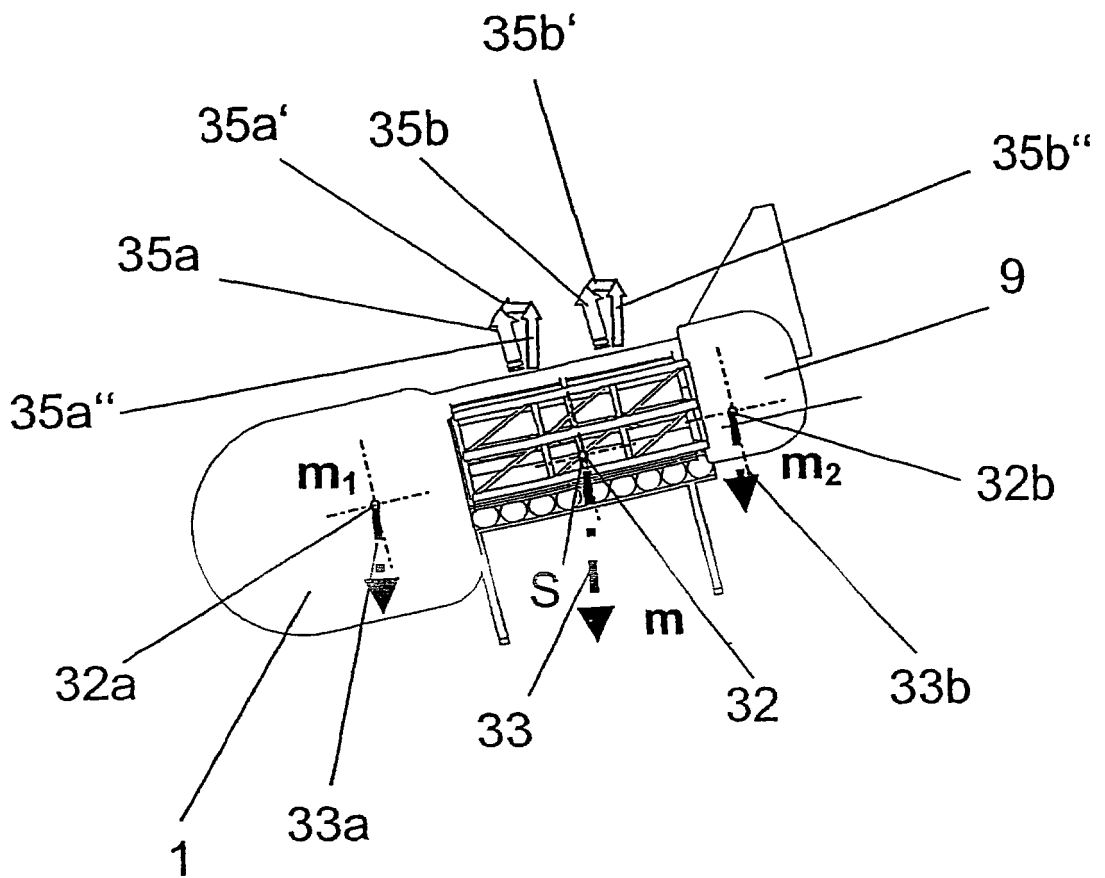


Fig. 13

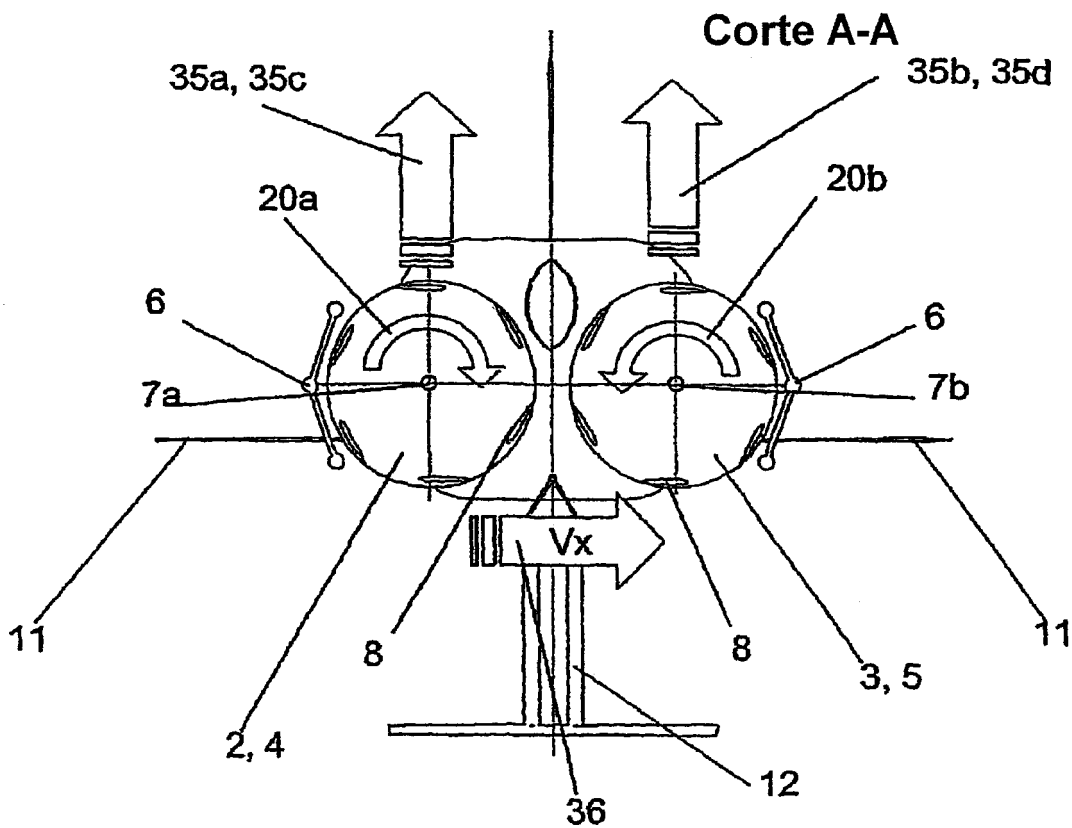


Fig. 14

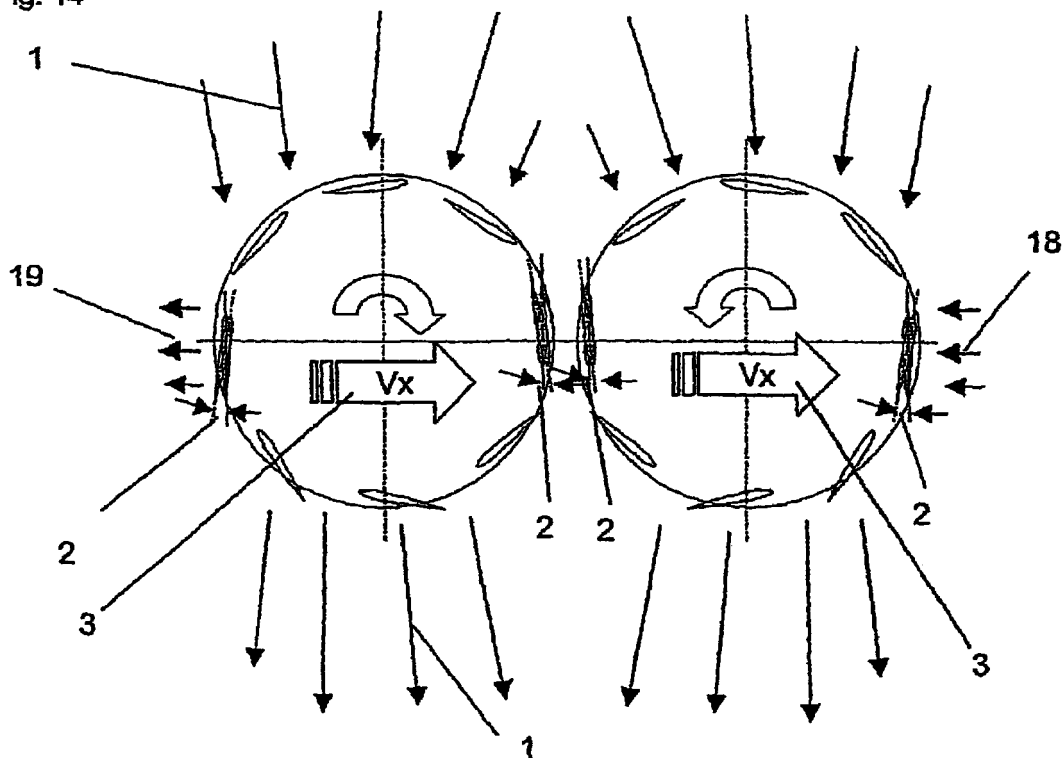


Fig. 14a

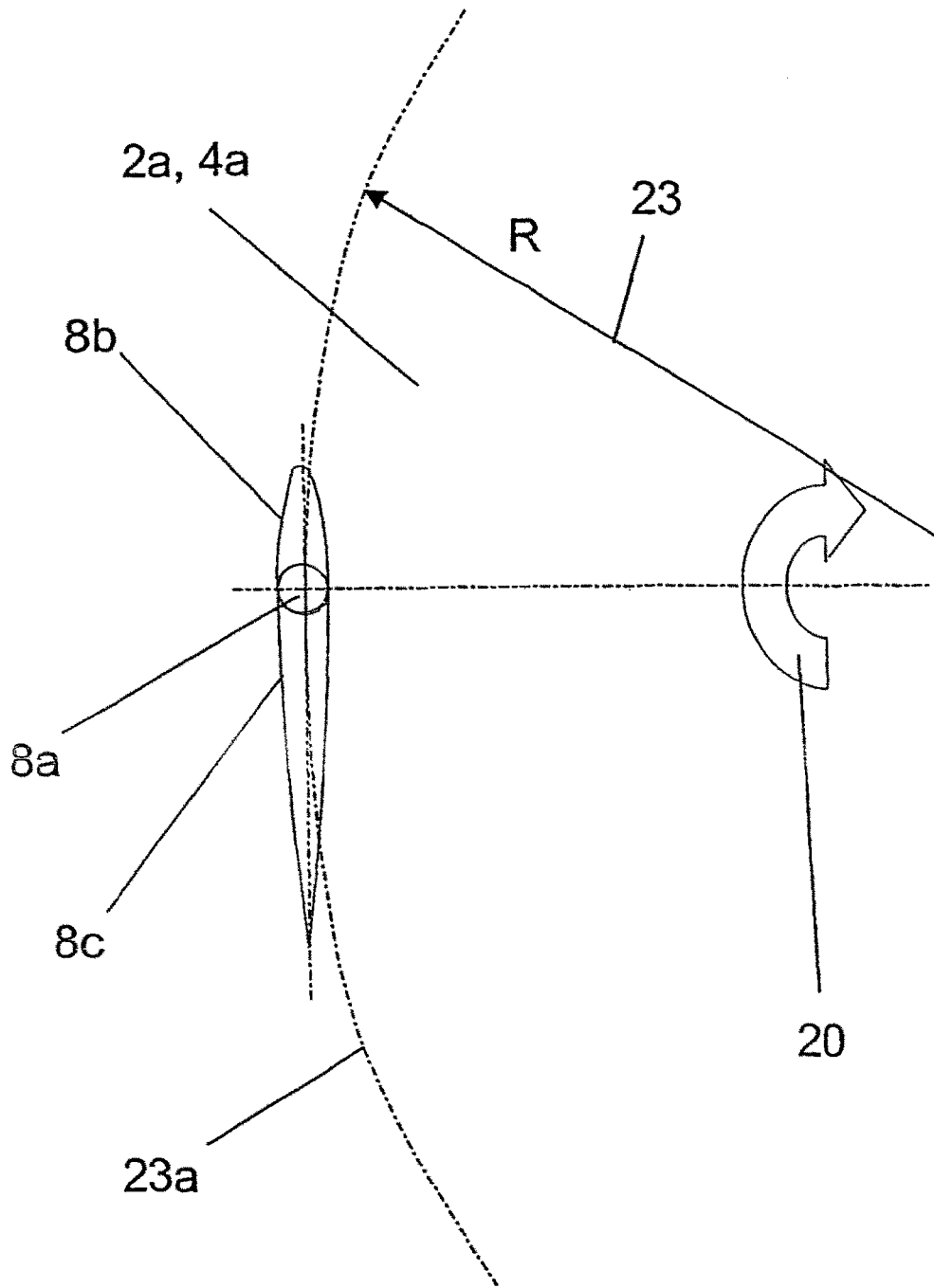


Fig. 14b

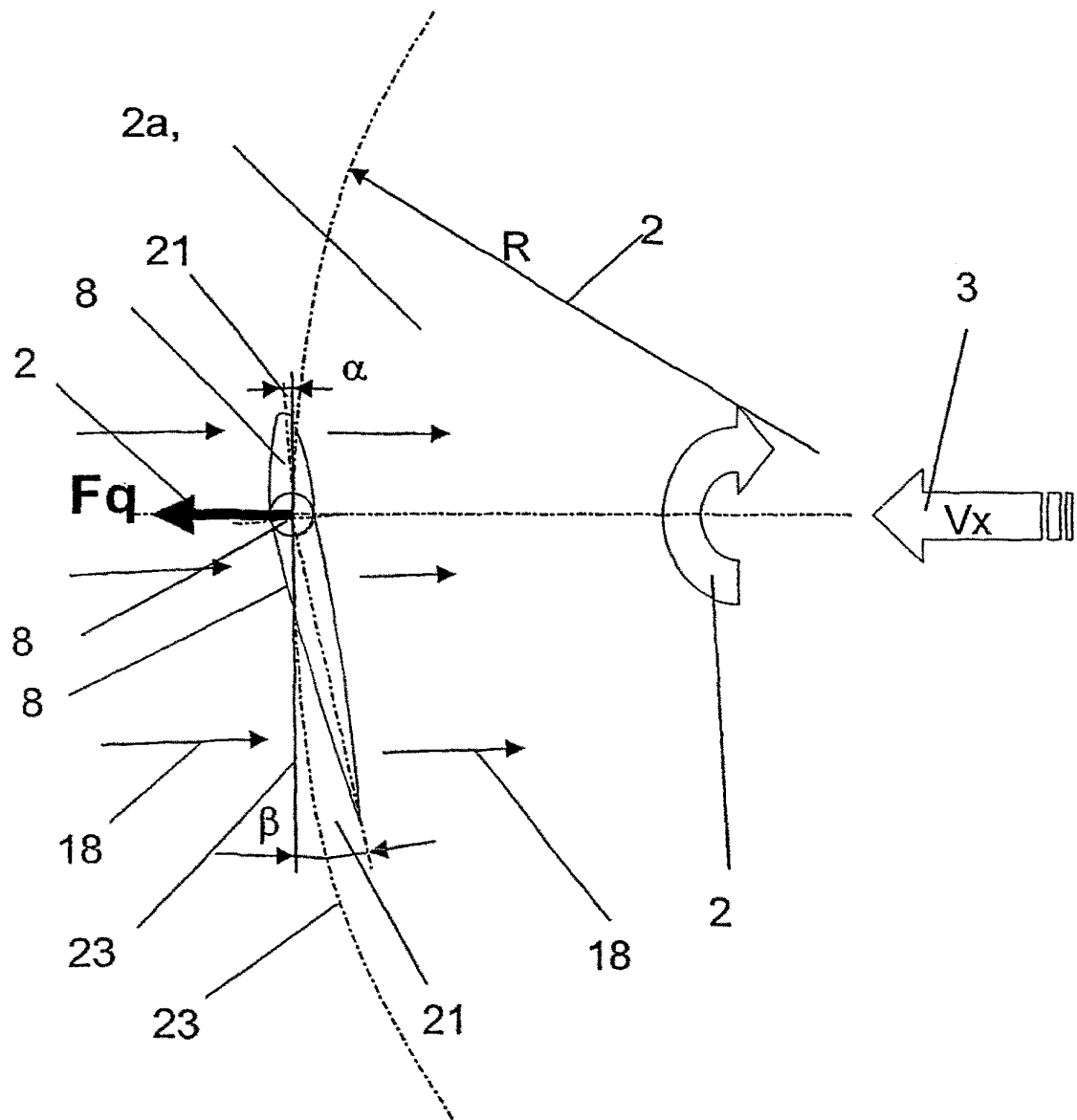


Fig. 14c

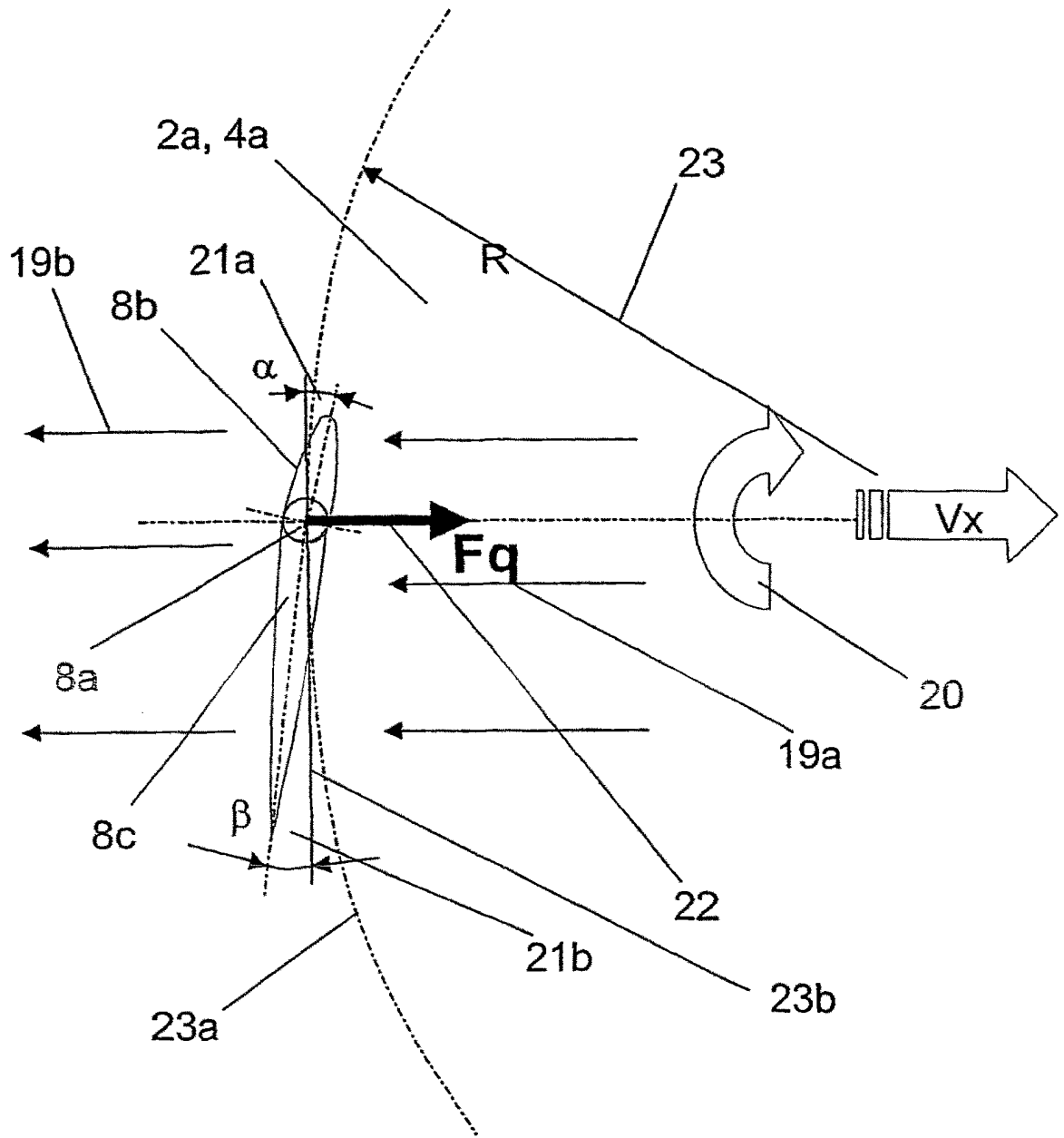


Fig. 14d

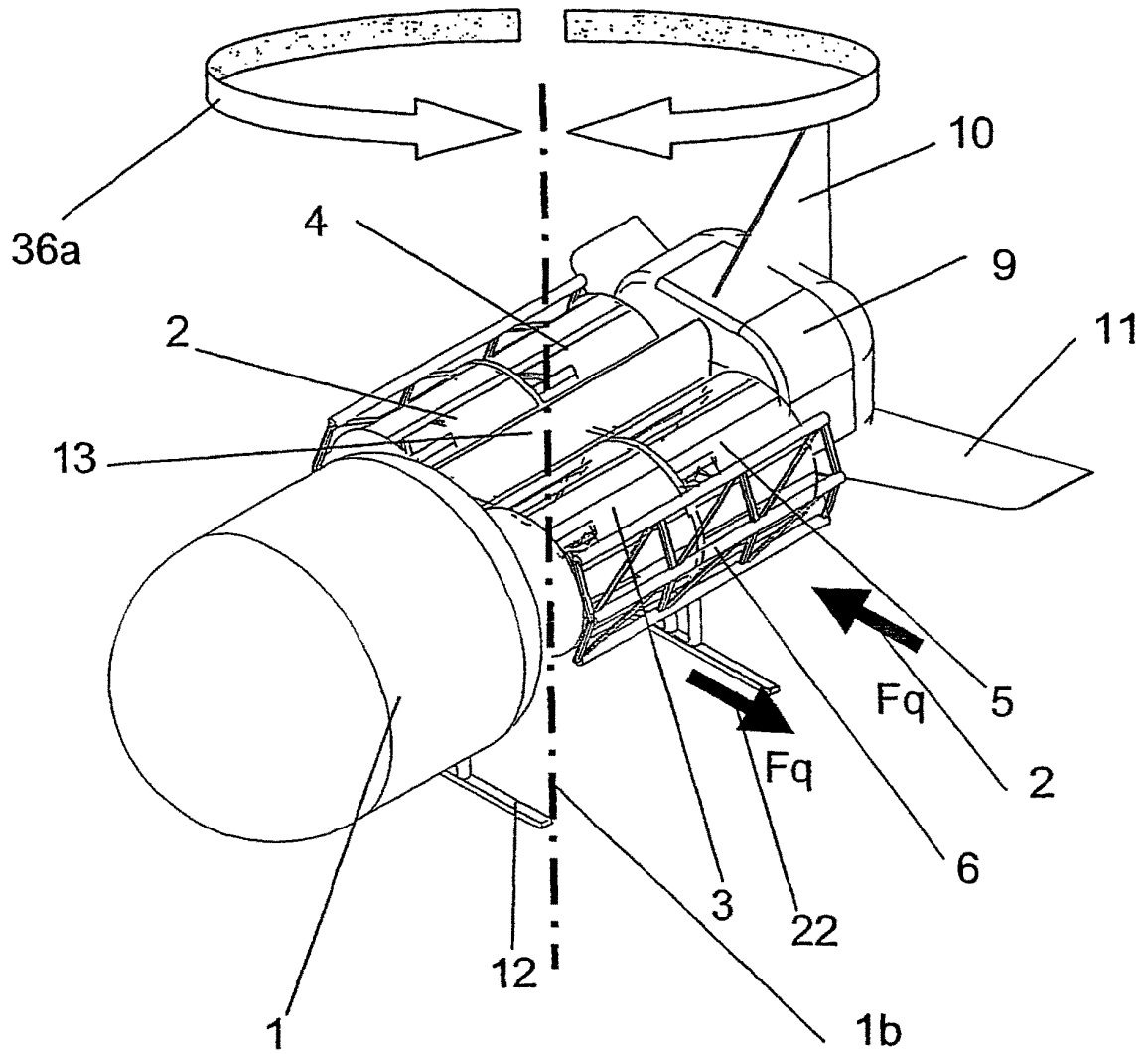


Fig. 15

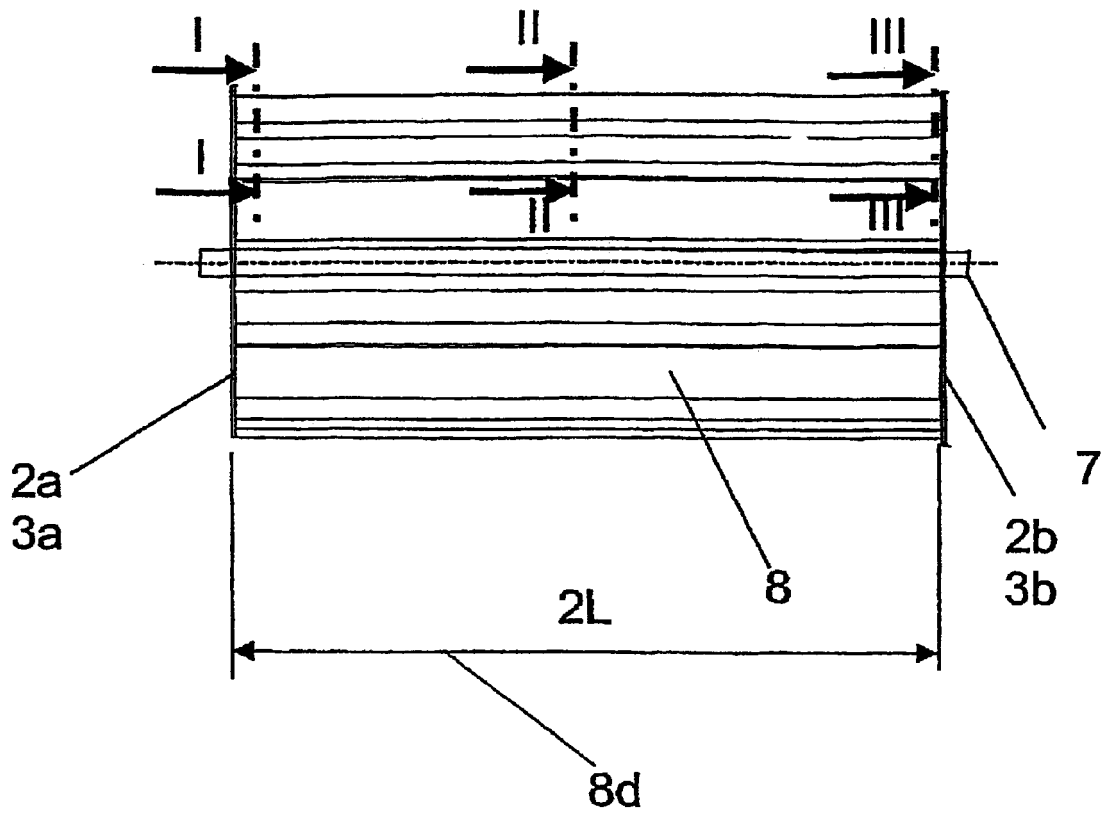


Fig. 16

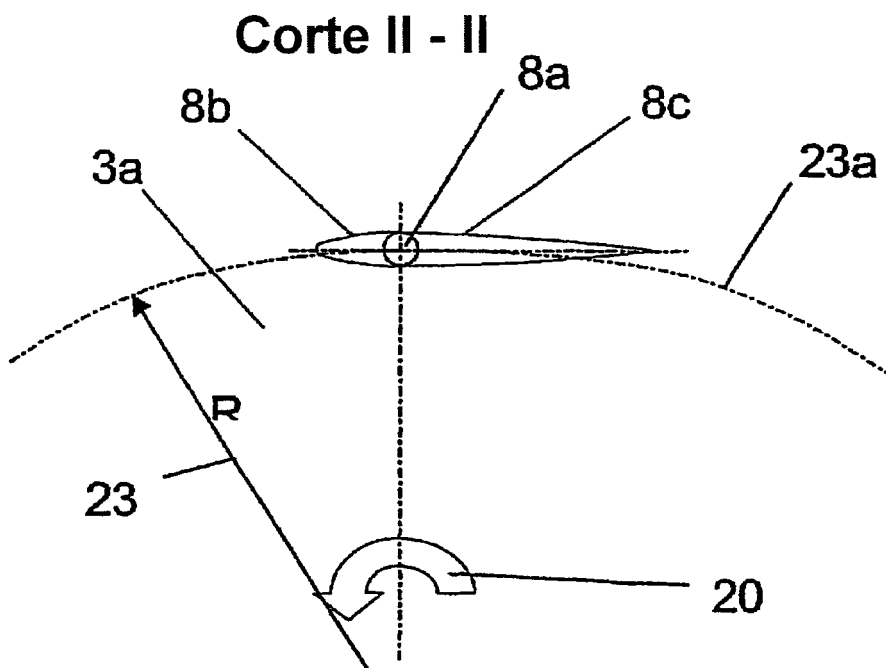


Fig. 16a

**Corte I - I**

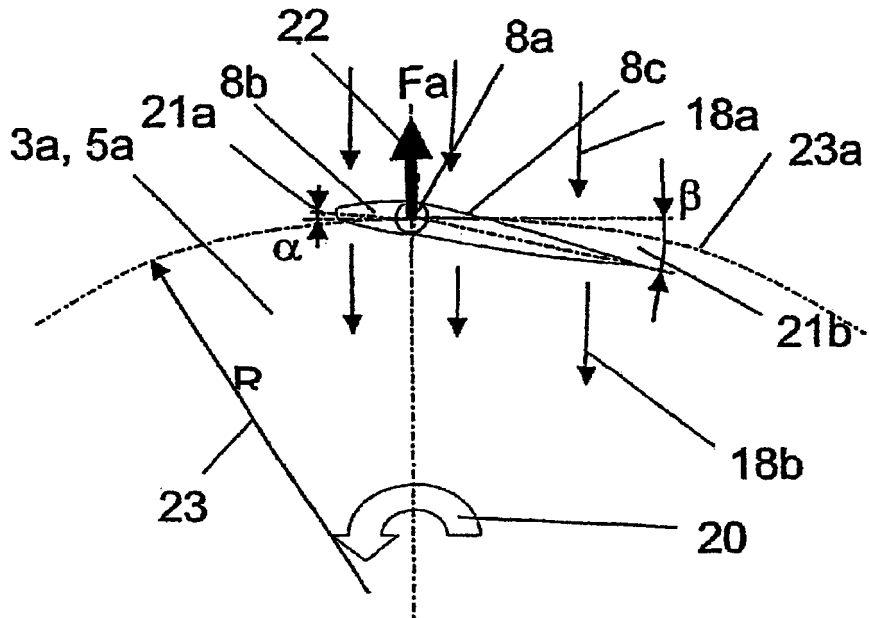


Fig. 16b

**Corte III - III**

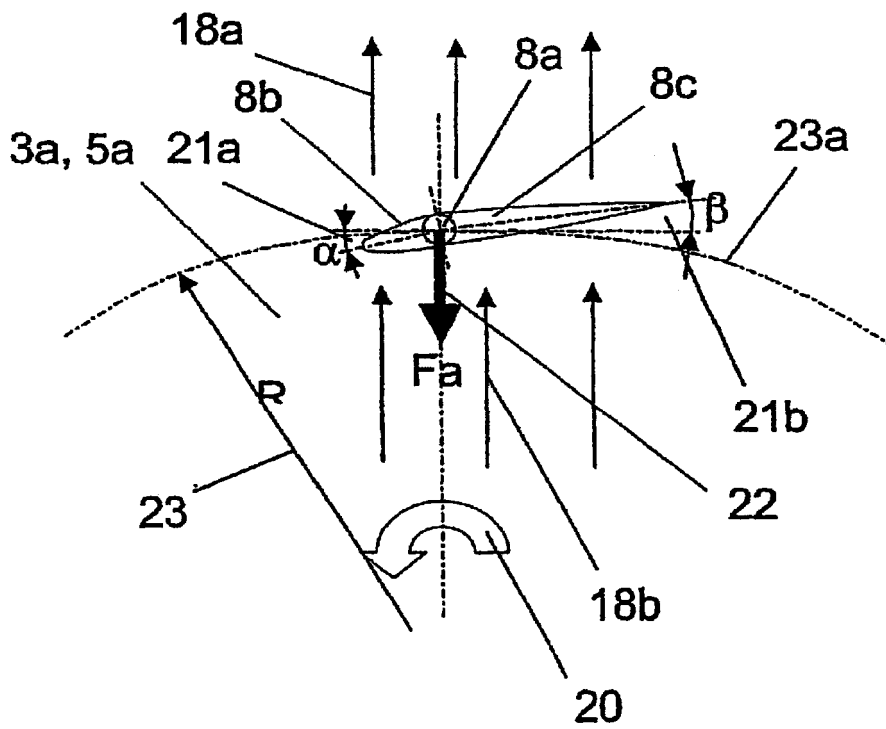


Fig. 16c

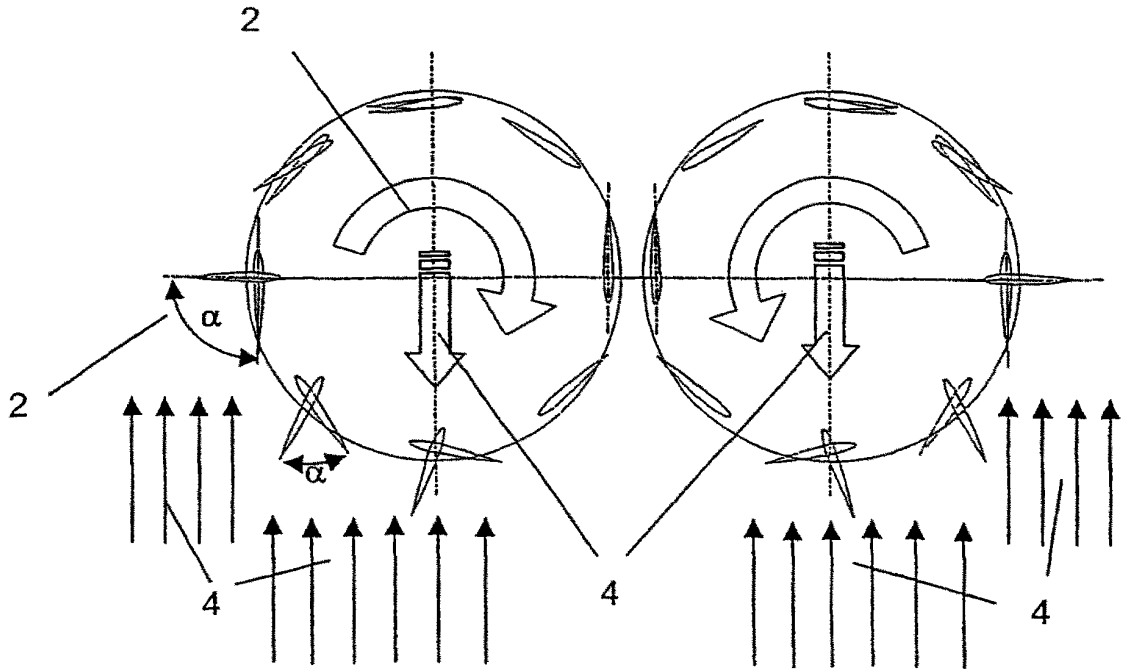


Fig. 17

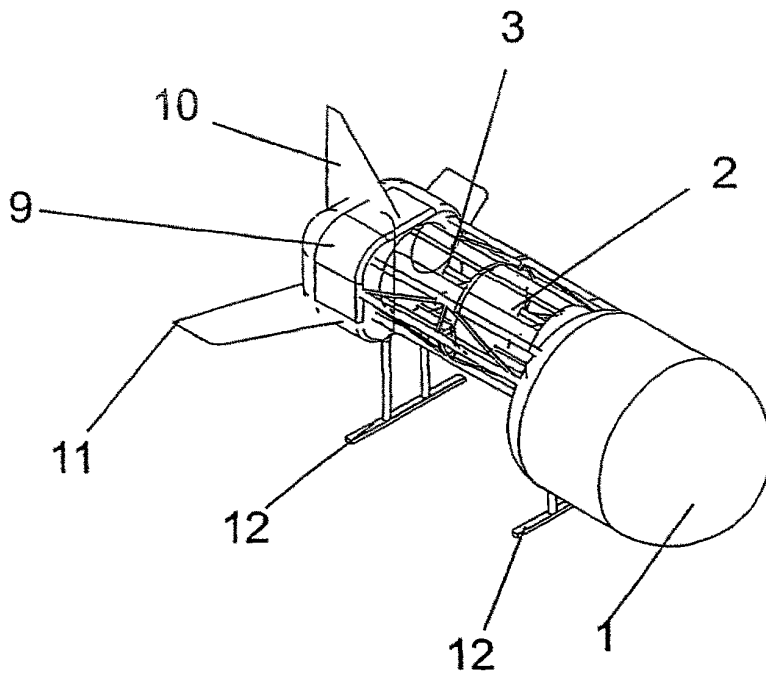


Fig. 18

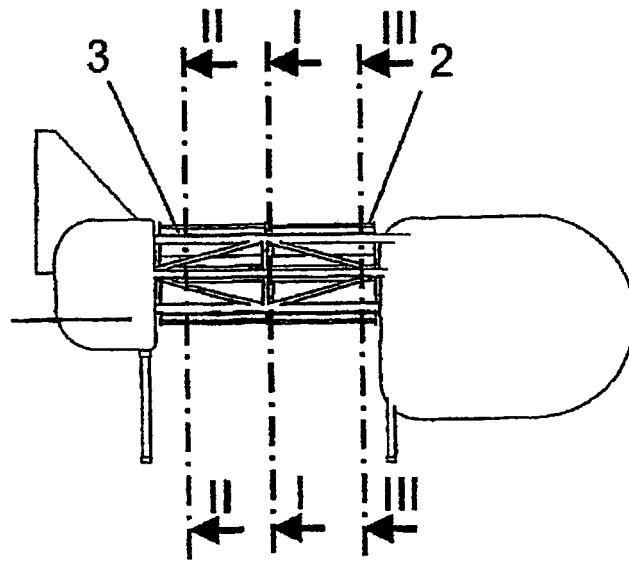
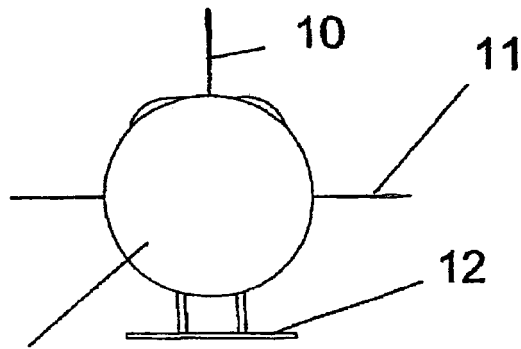


Fig. 18a



1  
Fig. 18b

**Corte I - I**

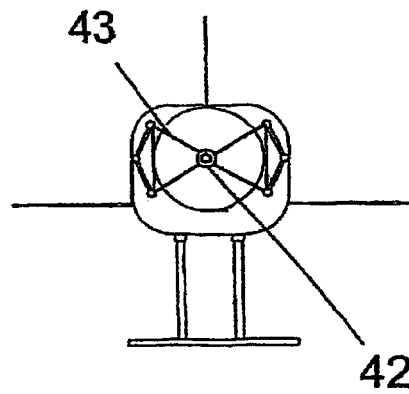


Fig. 18c

**Corte II - II**

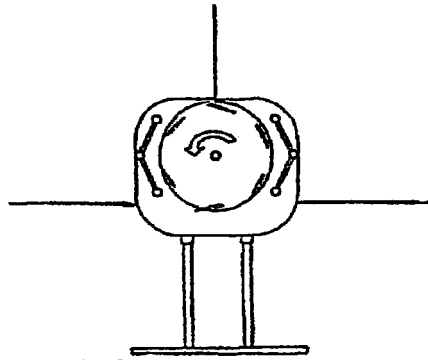


Fig. 18d

**Corte III - III**

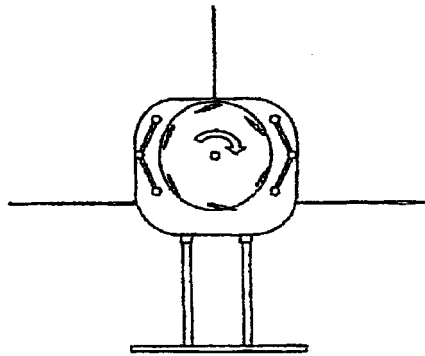


Fig. 18e

**Corte II - II**

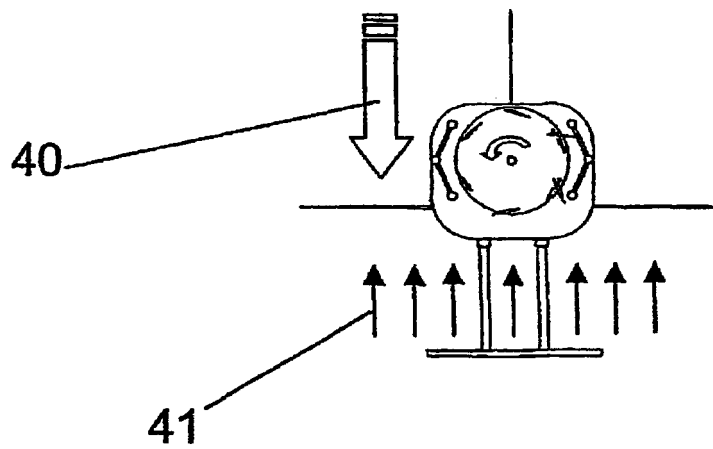


Fig. 18f



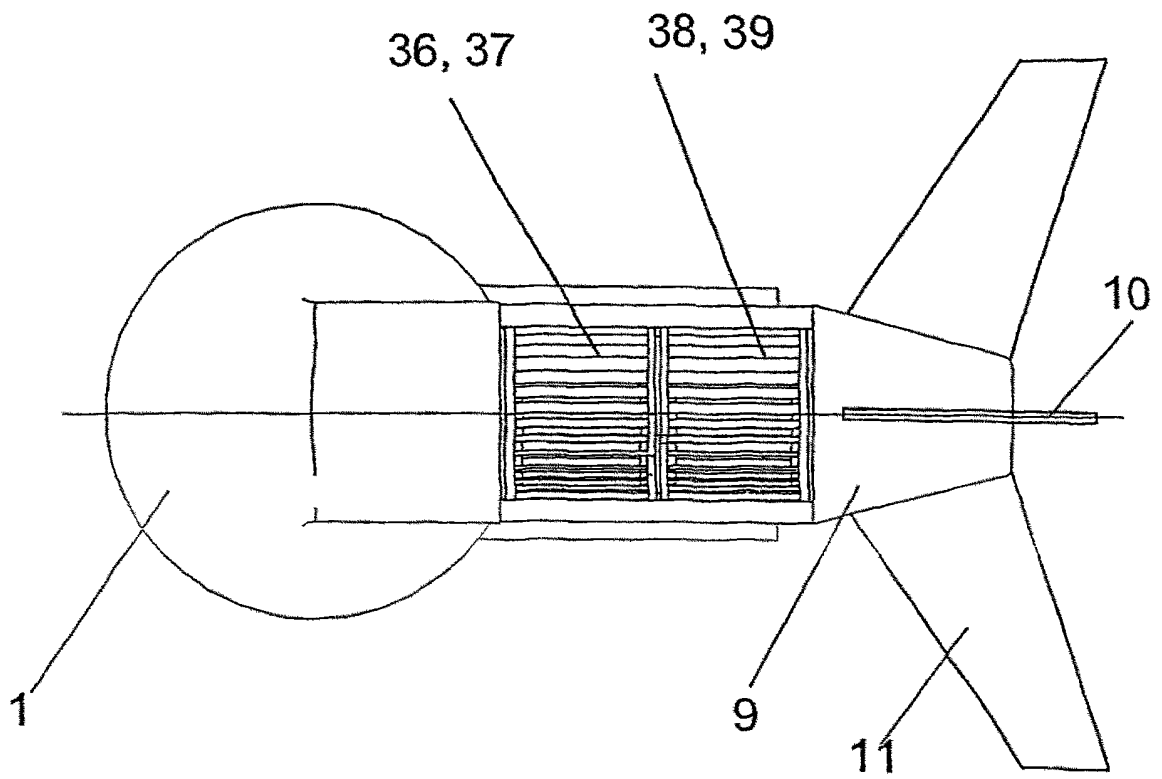


Fig. 19a

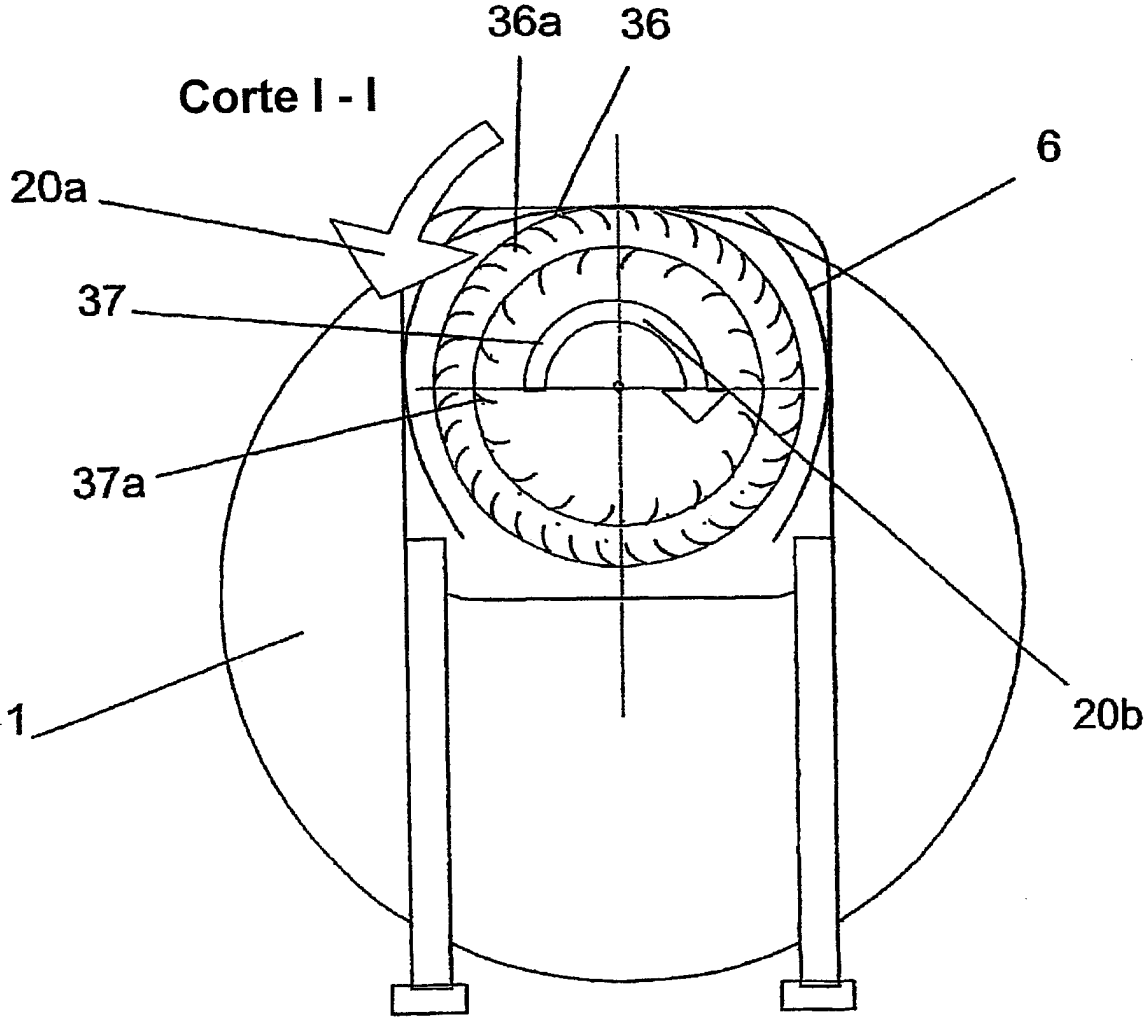


Fig. 19b

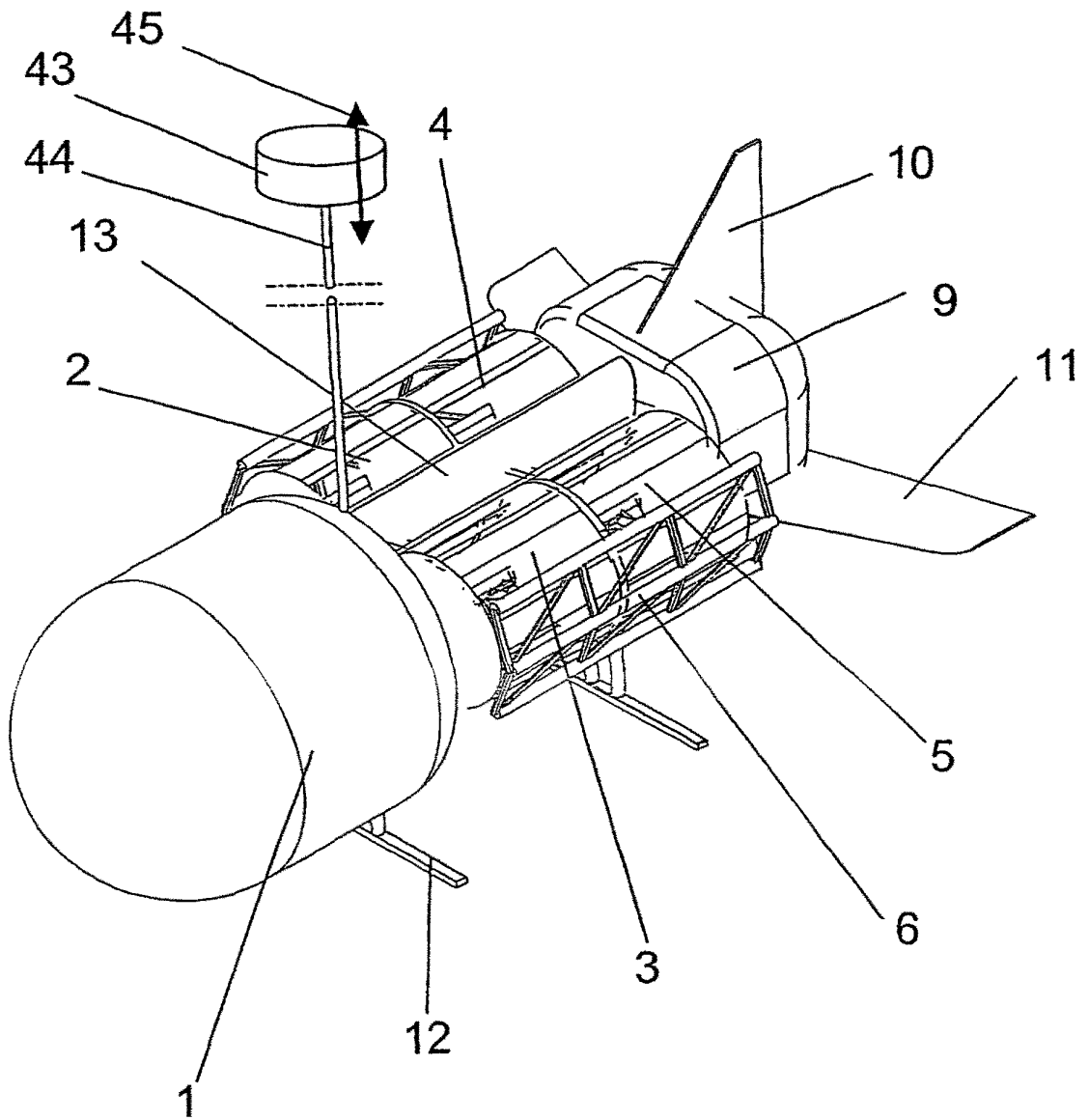
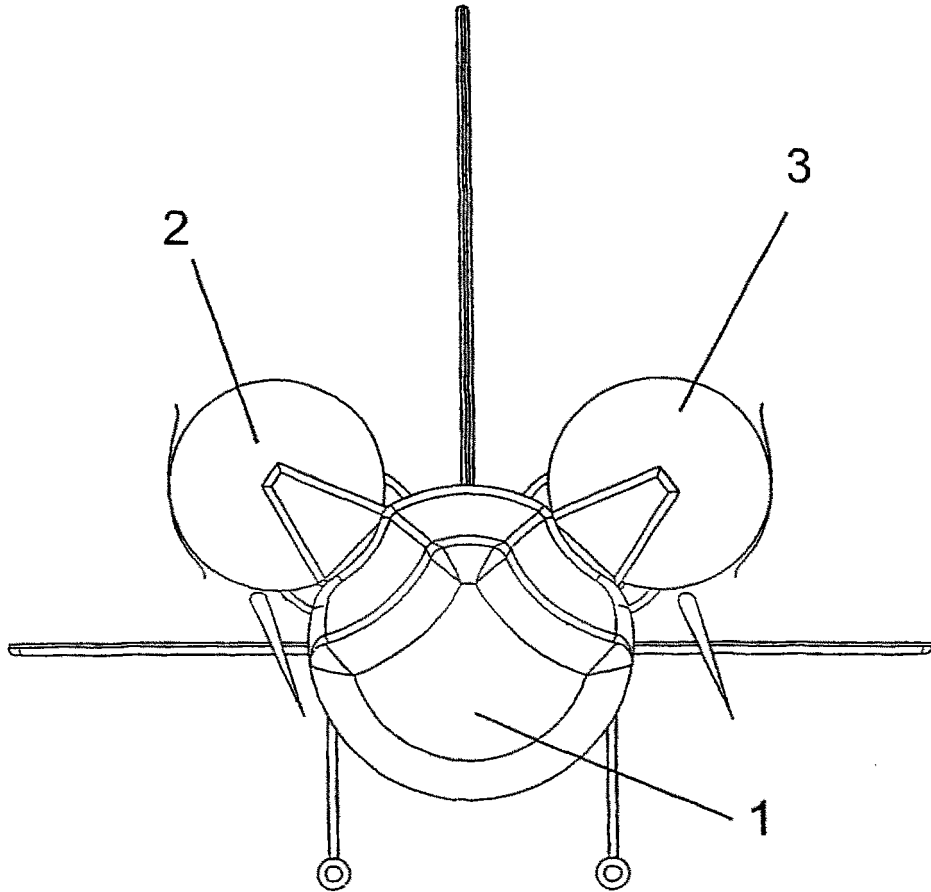


Fig. 20



**Fig. 21**

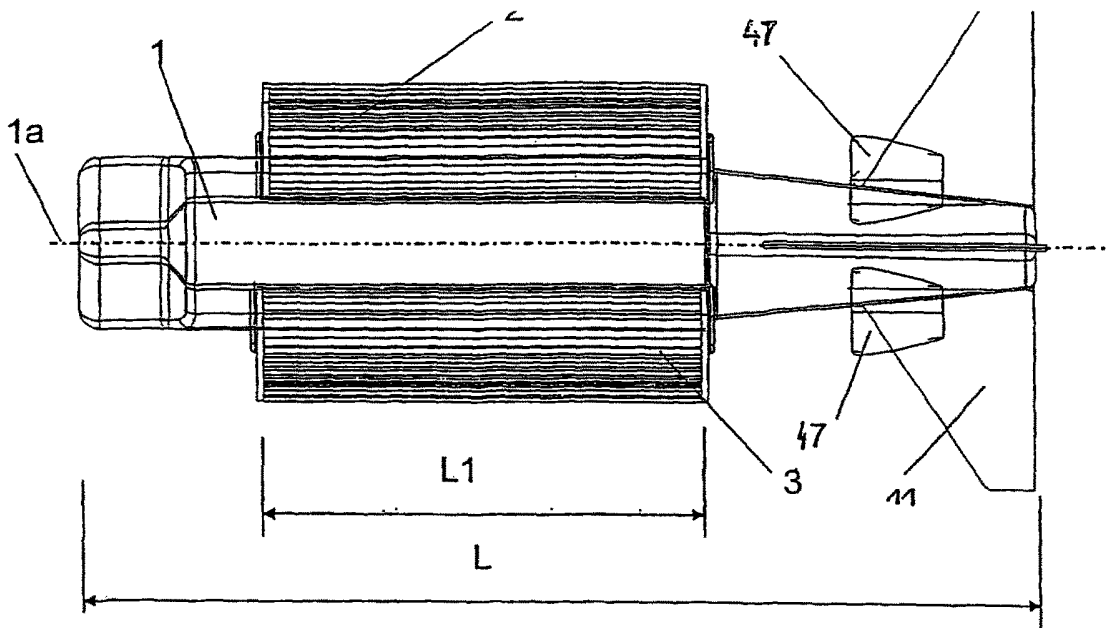


Fig. 22

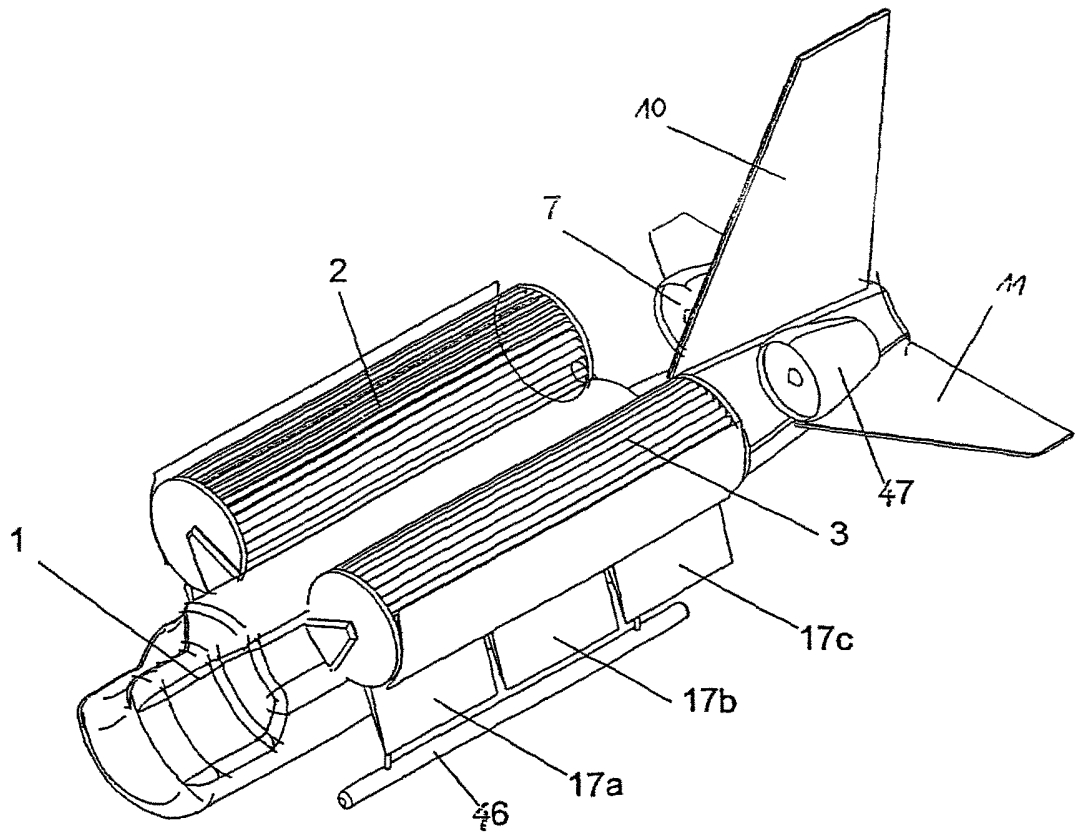


Fig. 23

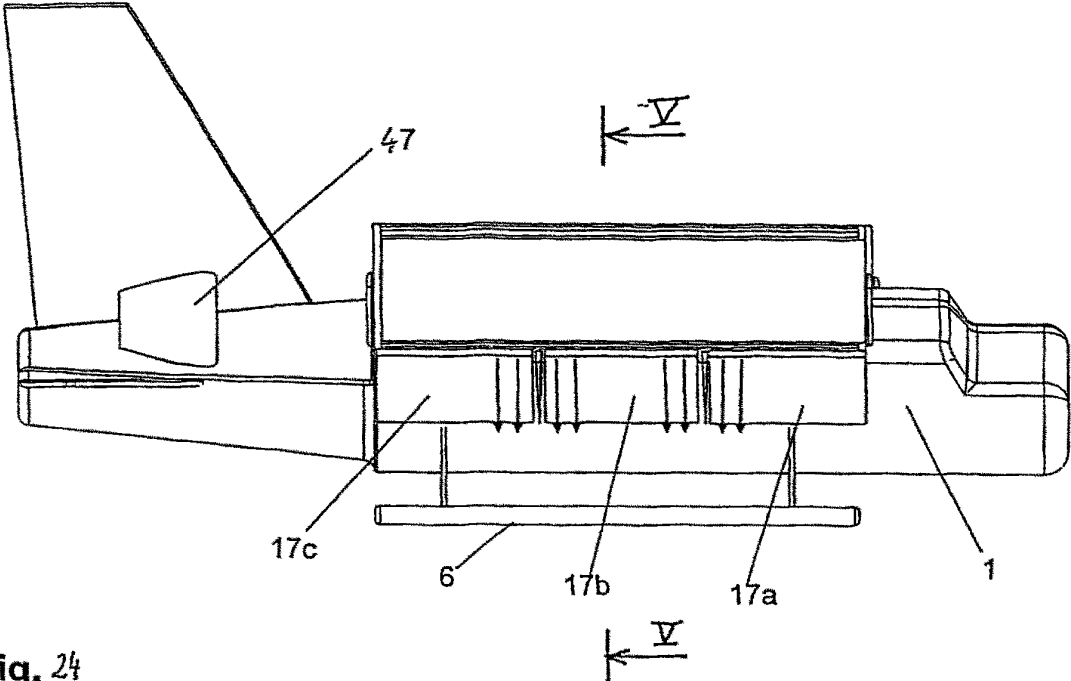


Fig. 24

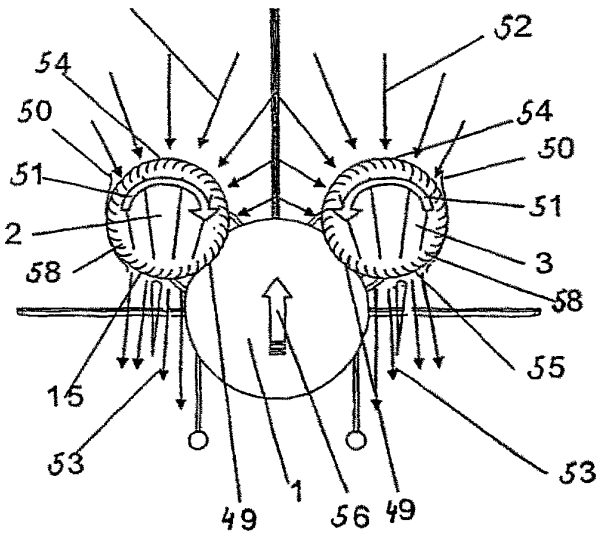


Fig. 25

Fig. 26

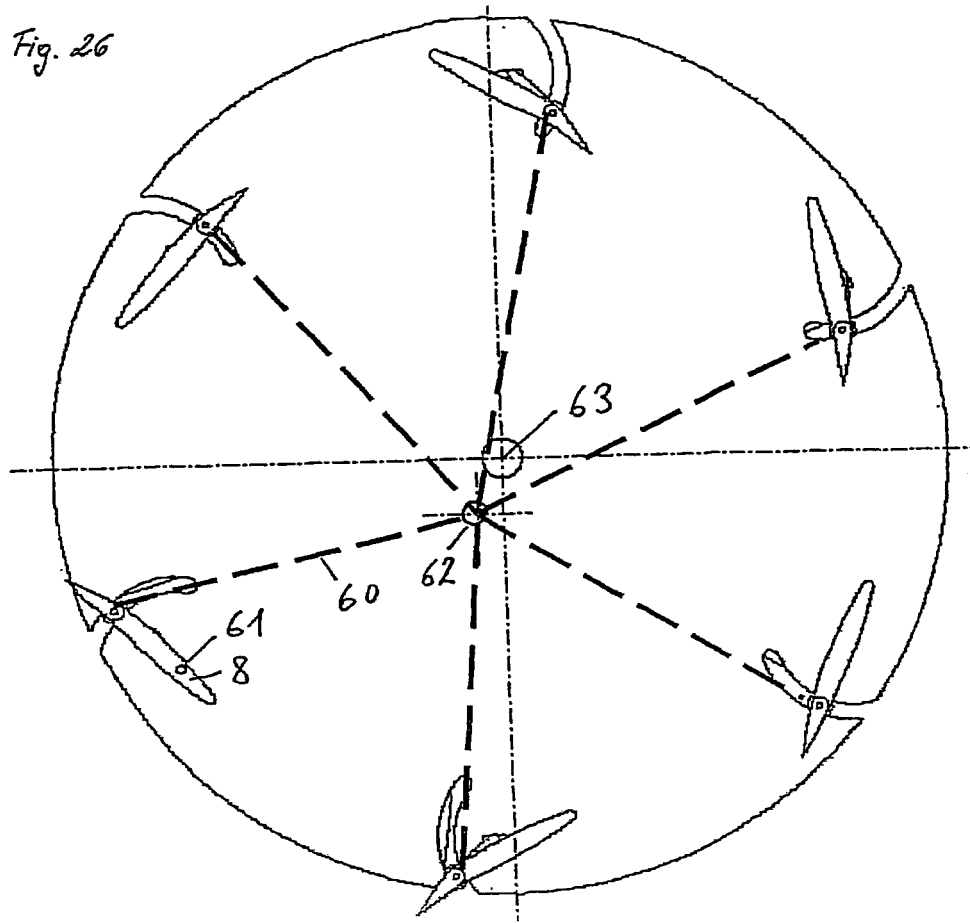


Fig. 27

