

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 183**

51 Int. Cl.:
B64C 29/00 (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)
B64C 39/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09705453 .0**
96 Fecha de presentación: **02.02.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2247500**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.2010**

54 Título: **Avión ala volante**

30 Prioridad:
01.02.2008 GB 0801913
19.08.2008 GB 0815100

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.07.2012

73 Titular/es:
Bryant, Ashley Christopher
Redwood Berry Hill
Taplow, Berkshire SL6 0DA, GB

72 Inventor/es:
Bryant, Ashley Christopher

74 Agente/Representante:
Tomas Gil, Tesifonte Enrique

ES 2 385 183 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

Avión ala volante

- 5 [0001] Esta invención se refiere a un avión ala volante y se refiere en particular a aviones ala volante que tienen una capacidad de despegue y aterrizaje vertical (VTOL, por sus siglas en inglés), del tipo en el que se montan unidades de propulsión de empuje en cada uno de los extremos opuestos de la estructura del ala, lateralmente del eje proa-popa del avión, y cada unidad de propulsión de empuje vectorial es manejable para dirigir el empuje entre hacia abajo para el despegue y hacia atrás para vuelo hacia adelante.
- 10 [0002] El avión ala volante VTOL de éste tipo especificado anteriormente es ventajoso para operaciones de vuelo en campos tan diversos como, por ejemplo, agricultura, limitación, vigilancia, la industria del petróleo y del gas, redes de distribución de energía, servicios de emergencia (policía, bomberos y ambulancia), seguridad nacional, industrias de ingeniería y de construcción y recuperación de desastres.
- 15 [0003] Un avión VTOL del tipo especificado anteriormente se conoce del documento US-A-2926869 en el que se montan cuatro unidades de propulsión de empuje vectorial a lo largo de cada uno de los extremos opuestos de la estructura del ala, lateralmente del eje proa-popa del avión. Dos de las unidades de propulsión se montan sobre una placa giratoria que se rota para dirigir el impulso de éstas, mientras que las otras dos se localizan de proa a popa de la placa giratoria para dirigirse separadamente la una de la otra y de las otras dos unidades de propulsión.
- 20 [0004] Según la presente invención un avión ala volante VTOL del tipo especificado anteriormente se caracteriza por el hecho de que se monta un único par de las unidades de propulsión en cada uno de los extremos opuestos de la estructura del ala, y las dos unidades de propulsión de cada par están distanciadas de forma equidistante de proa a popa respectivamente del centro de gravedad del avión.
- 25 [0005] Los ejes alrededor de los cuales se dirigen los empujes de las dos unidades de propulsión de cada par se pueden colocar uno por debajo y uno por encima del plano central de la estructura del ala. Estos ejes pueden estar fijos con respecto a la estructura del ala, pero como una alternativa pueden ser desplazables respecto a ésta.
- 30 [0006] El centro de gravedad del avión ala volante de la invención puede situarse por ejemplo en un intervalo de 0 % a 15 % del máximo de la cuerda del ala, por delante del centro de sustentación aerodinámico de la estructura del ala, siendo la distancia específica elegida dependiente del nivel de 'estabilidad' o 'inestabilidad' y del rendimiento de vuelo requeridos del avión.
- 35 [0007] Las unidades de propulsión de empuje vectorial, que pueden ser por ejemplo, unidades de ventilador entubado o de rotor expuesto con o sin palas de ventilador/rotor de separación variable, se pueden accionar mediante un motor eléctrico o alternativamente mediante un motor de combustión de combustible líquido (por ejemplo, un motor de dos tiempos, de cuatro tiempos o turboeje). Las magnitudes de empuje producidas por las respectivas unidades de propulsión se pueden emplear en las unidades individualmente o en parejas individuales de las unidades. Las parejas en estas últimas circunstancias pueden ser selectivamente: de la unidad anterior con la unidad posterior en cada lado; de la unidad anterior en cada lado con la unidad posterior del otro lado; o de las unidades anteriores unas con las otras y las unidades posteriores unas con las otras. La variación de la magnitud de empuje producida por cada unidad de propulsión puede ser por la variación de la velocidad del motor (revoluciones por minuto), o, por ejemplo, por cambiar la separación de las palas del ventilador, hélice o rotor, o una combinación de ambas, velocidad y separación.
- 40 [0008] El control de balanceo, cabeceo, oscilación y velocidad del avión se puede realizar por regulación selectiva de las magnitudes de empuje producidas por las unidades de propulsión individualmente o en parejas y/o por regulación selectiva del empuje vectorial que proporcionan individualmente o en parejas.
- 45 [0009] El empuje vectorial de las unidades de propulsión se puede lograr al menos en parte por desviación de las unidades usadas, por ejemplo, boquillas o paletas desplazables angularmente. No obstante, se puede lograr al menos en parte por desplazamiento angular de la unidad como un conjunto en relación con la estructura del ala. En cualquier caso, se pueden llevar a cabo pasos para asegurar que los efectos adversos giroscópicos/inerciales que se pueden experimentar como una consecuencia de la rotación de ventiladores o rotores de múltiples unidades de propulsión se equilibran lo más posible. Esto se puede lograr teniendo ventiladores o rotores que rotan alternativamente en sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj.
- 50 [0010] Donde se logra el empuje vectorial por parte de una o más de las unidades de propulsión en conjunto o en parte por desplazamiento angular de la unidad como conjunto en relación con la estructura del ala, este desplazamiento angular puede ser sobre un eje que se fija en relación con la estructura del ala y que puede ser el eje de cabeceo del avión o un eje
- 55
- 60

paralelo al eje de cabeceo. El montaje de la unidad puede ser directamente en este eje fijo o en un brazo u otro elemento que pivote sobre un eje. Allí donde la unidad de propulsión se monta en un brazo giratorio u otro elemento, este montaje puede ser fijo, o puede permitir desplazamiento angular de la unidad en relación al brazo u otro elemento de modo que la unidad se puede controlar en la orientación sobre dos ejes; ambos ejes pueden ser paralelos al eje de cabeceo del avión. El mecanismo de transmisión para el movimiento giratorio del brazo u otro elemento puede ser, por ejemplo, vía engranaje, cadena o mecanismo de palanca.

[0011] Allí donde se monta cada unidad de propulsión para el desplazamiento angular para dirigirse sobre un brazo giratorio u otro elemento, el giro del brazo u otro elemento puede ser controlado para el estado de vuelo hacia adelante completo para provocar una disposición de las dos unidades a cada lado del eje proa-popa del avión en la que una se coloca por encima, y la otra se coloca por debajo de la estructura del ala (o más generalmente, por encima y por debajo de un plano general de esta estructura), mientras que para el estado de vuelo estacionario, el giro se puede controlar para provocar la disposición en la que las dos unidades están en alineación horizontal la una con la otra. Más especialmente, el pivotaje a esta alineación horizontal para el vuelo estacionario puede ser tal como para plegar las dos unidades alejándose una de la otra (de modo que sus ejes de pivotaje están localizados entre las dos unidades en el estado de vuelo estacionario). Esta última disposición proporciona una mayor estabilidad y equilibrio, mientras que para el pliegue del estado de vuelo hacia adelante completo de las unidades a la disposición en la que una unidad (por ejemplo, la de más atrás del par) está sobre las otras, da lugar a una configuración más compacta.

[0012] La estructura del ala del avión ala volante de la invención puede tener diedro negativo o diedro, estar inclinada hacia adelante o inclinada hacia atrás y/o puede tener aletas u otros elementos aerodinámicos que pueden o no incorporar superficies de control (por ejemplo flaps, alerones o flaperones); donde las superficies de control están implicadas, pueden ser utilizadas, en conjunto o en parte, para controlar el cabeceo, la oscilación, el balanceo y la velocidad del avión. Además, la estructura del ala puede tener una o más aletas de cola estabilizadoras centrales o una cola en V, y como tal, puede o puede no incorporar superficies de control (elevadores, elevones, timones o timones de profundidad y dirección) para uso en conjunto o en parte para el control del cabeceo y la oscilación del avión.

[0013] La configuración de las unidades de propulsión de empuje vectorial en la estructura del ala y la manera en que se accionan, da como resultado deseablemente el avión con características altas de control de desacoplamiento de cabeceo, balanceo y oscilación, de modo que el sistema de control de vuelo requerido es simple de diseñar, de implementar y de manejar.

[0014] El avión ala volante VTOL de empuje vectorial de la invención puede tener capacidades de vuelo tripuladas y/o no tripuladas, y puede tener instalaciones de control de vuelo para permitir una transición homogénea a y desde el vuelo estacionario a despegue y aterrizaje vertical, respuesta de ráfaga excelente y una alta maniobrabilidad en ambos, vuelo estacionario y hacia adelante. El avión además, especialmente donde se diseña para tener un peso mínimo, tiene potencial para vuelo de larga autonomía, un intervalo de velocidad continuo y amplio, y una capacidad de operar en entornos que suponen un desafío, asociados típicamente a operaciones urbanas o marítimas. Por otra parte, puede tener la capacidad de volar hacia atrás.

[0015] Además, el avión ala volante VTOL de empuje vectorial de la invención puede estar adaptado para transportar pasajeros, cargas y/o provisiones, y en formas de realización de tamaño más pequeño puede funcionar como un vehículo aéreo no tripulado (UAV, por sus siglas en inglés) o plataforma para vista aérea y/o vigilancia, fotografía aérea o seguimiento de objetivo aéreo, y puede incorporar capacidades de detección aérea y/o de medición (por ejemplo, abarcando infrarrojos y/u otros medios de detección óptica, y/o detección química, biológica, y/o acústica).

[0016] La presente invención posibilita la provisión de un avión ala volante VTOL que es capaz de: despegue y aterrizaje vertical casi en cualquier ubicación, esté fija o en movimiento (tal como el puente de un barco en movimiento); volar de forma segura muy próximo a obstáculos y otro avión y en espacios reducidos, con un alto grado de maniobrabilidad y manejo de respuesta de ráfaga; y siendo fácilmente fabricado en múltiples variantes para hacer frente a un amplio campo de entornos operativos y capacidades funcionales.

[0017] El avión ala volante VTOL de empuje vectorial según la presente invención será descrito ahora, por medio de un ejemplo, con referencia a los dibujos anexos, en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra un avión ala volante VTOL de empuje vectorial según la presente invención;

La figura 2 es una vista desfragmentada del avión ala volante VTOL de empuje vectorial de la figura 1 que muestra los componentes principales del avión;

La figura 3 ilustra una unidad de propulsión de empuje vectorial de un avión ala volante según la presente invención, que muestra ejes sobre los que es desplazable angularmente la unidad de propulsión;

5

La figura 4 ilustra dos de cuatro unidades de propulsión de empuje vectorial de un avión ala volante según la presente invención, y muestra ejes sobre los que las unidades de propulsión son desplazables angularmente de forma individual;

10

Las figuras 5a y 5b son vistas que ilustran una vista de costado y en perspectiva respectivamente, del avión ala volante de la figura 1, que muestra las orientaciones de las unidades de propulsión individuales para inclinar el avión hacia arriba cuando se encuentra en vuelo estacionario;

15

Las figuras 6a y 6b corresponden a las figuras 5a y 5b respectivamente, mostrando las orientaciones de las unidades de propulsión individuales para inclinar el avión hacia abajo cuando se encuentra en vuelo estacionario;

20

La figura 7 ilustra en perspectiva el avión ala volante de la figura 1, mostrando las orientaciones de las unidades de propulsión individuales para el balanceo del avión, usando una técnica de empuje diferencial cuando se encuentra en vuelo estacionario;

25

Las figuras 8a y 8b son vistas ilustrativas de costado y en perspectiva respectivamente, del avión ala volante de la figura 1, mostrando las orientaciones de las unidades de propulsión individuales para la oscilación del avión cuando se encuentra en vuelo estacionario;

30

Las figuras 9a y 9b son vistas ilustrativas de costado y en perspectiva respectivamente, del avión ala volante de la figura 1, mostrando las orientaciones de las unidades de propulsión individuales para el vuelo hacia adelante del avión;

35

Las figuras 10a y 10b son vistas ilustrativas de costado y en perspectiva respectivamente, del avión ala volante de la figura 1, mostrando las orientaciones de las unidades de propulsión individuales para inclinar el avión hacia arriba cuando está en vuelo hacia adelante;

40

Las figuras 11a y 11b corresponden a las figuras 10a y 10b respectivamente, mostrando las orientaciones de las unidades de propulsión individuales para la inclinación del avión hacia abajo cuando está en vuelo hacia adelante;

45

Las figuras 12 y 13 ilustran en vista en perspectiva el avión ala volante de la figura 1, mostrando las orientaciones de las unidades de propulsión individuales para balanceo y oscilación respectivamente, cuando el avión está en vuelo hacia adelante;

50

Las figuras 14a y 14b son vistas seccionales en perspectiva del avión ala volante de la figura 1, cuando se modifica según la presente invención para incorporar una aleta y un flap para un despegue aumentado, ilustrando la figura 14a el estado para el vuelo estacionario, y la figura 14b el estado para el vuelo hacia adelante;

55

Las figuras 15a y 15b son, respectivamente, vistas en perspectiva desde debajo y desde arriba del avión ala volante modificado de las figuras 14a y 14b, cuando se usa el flap de intradós posterior como un elevador para el control de cabeceo;

60

Las figuras 16a y 16b ilustran en vista en plano y en perspectiva respectivamente, una configuración de avión ala volante según la presente invención con una ala en diedro inclinada hacia adelante;

Las figuras 17a y 17b ilustran en vista en plano y en perspectiva respectivamente, una configuración de avión ala volante según la presente invención con un ala en diedro negativo inclinada hacia adelante;

Las figuras 18 a 21 son vistas en perspectiva que ilustran posibles modificaciones según la presente invención, del avión ala volante de la figura 1;

Las figuras 22 y 23 son, respectivamente, vistas en plano y en perspectiva de otro avión ala volante VTOL de empuje vectorial según la invención, en estado de vuelo estacionario;

La figura 24 es una vista en perspectiva del avión ala volante de las figuras 22 y 23 en estado de vuelo hacia adelante;

La figura 25 es una vista en perspectiva de otro avión ala volante VTOL de empuje vectorial según la invención,

en un estado de vuelo hacia adelante; -

La figura 26 es una vista en perspectiva desde el frente de una forma preferida de avión ala volante según la invención;

La figura 27 es una vista en perspectiva de la parte posterior de una forma modificada del avión ala volante de la figura 26;

La figura 28 es una vista transversal del avión ala volante de la figura 27 incorporando otra modificación; y

La figura 29 es ilustrativa de otra modificación del avión ala volante.

[0018] En referencia a la figura 1, el avión ala volante VTOL de este ejemplo tiene una estructura de ala 1 que porta cuatro unidades de propulsión de empuje vectorial 2 a 5. Las unidades de propulsión 2 y 3 son soportadas respectivamente por la proa-popa de una traca 6 que se instala en el extremo de estribor o punta del ala de la estructura de ala 1, y las unidades 4 y 5 son soportadas correspondientemente por la proa-popa de una traca 7 que se instala en el extremo o punta de la estructura 1. Las unidades 2 y 4 se montan en la parte delantera de la estructura del ala 1 en estructuras de montaje 8 proyectadas hacia abajo de sus respectivas tracas 6 y 7, mientras que las unidades 3 y 5 se montan en la parte posterior de la estructura 1 en las estructuras de montaje 9 que sobresalen hacia arriba desde las respectivas tracas 6 y 7.

[0019] Las unidades de propulsión 2 a 5 están montadas de forma giratoria en las tracas 6 y 7 para permitir al empuje que produce cada una ser dirigido a la extensión necesaria, por ejemplo por 360 grados, sobre un eje paralelo al eje de cabeceo PA de la estructura del ala 1. En particular, como se ilustra en la figura 1, éstas pueden ser rotadas individualmente (por motores de control no mostrados) para dirigir el empuje producido verticalmente hacia abajo, y controladas individualmente (por sistemas de gestión de empuje no mostrados) para sostener magnitudes de empuje para un vuelo estacionario. El consumo de energía por parte de las unidades 2 a 5, para el vuelo estacionario es más económico cuando el empuje es dirigido hacia abajo de esta manera. Cada unidad 2 a 5 puede ser desplazada angularmente sobre su eje de rotación para variar el empuje vectorial que proporciona, diferencialmente o de otra manera en relación a la orientación proporcionada por una o más de las otras unidades 2 a 5. Más especialmente, pueden estar todas dirigidas por ejemplo parcialmente hacia abajo y hacia adelante para proporcionar empuje inverso para fines de maniobra y de frenado cuando pasa de vuelo hacia adelante a un vuelo estacionario estable, y diferencialmente para oscilación, cabeceo y balanceo.

[0020] A continuación, se describen más detalles de la construcción del avión ala volante VTOL de la figura 1 y algunas alternativas posibles con referencia a la figura 2, en la que las unidades de propulsión 2 a 5 se muestran cada una rotadas para dirigir el impulso hacia atrás para el vuelo hacia adelante.

[0021] Con referencia a la figura 2, la estructura de ala 1 es de sección de perfil aerodinámico pero puede diferir de éste (por ejemplo, ésta puede ser de sección planiforme), y en vez de tener un borde anterior recto 10 como se ilustra, puede estar inclinado hacia adelante o hacia atrás con o sin diedro negativo o diedro. Además, puede incorporar aletas, flaps y superficies de control tales como por ejemplo, uno o más elevadores, flaperones, alerones o elevones.

[0022] El centro de gravedad del avión se encuentra típicamente en el intervalo de 0% a 15% de distancia de cuerda del ala frente al centro aerodinámico del despegue de la estructura del ala 1. Las dos unidades de propulsión de empuje vectorial hacia adelante 2 y 4 tienen un eje común FV de rotación de vector que está a la misma distancia por delante del centro de gravedad que el correspondiente eje común AV de las dos unidades posteriores 3 y 5 de detrás de esta. Las unidades 2 y 3 montadas en la traca 6 se conducen sobre sus ejes FV y AV mediante servomotores eléctricos individuales 11 y 12, que actúan vía trenes de engranaje 13 y 14 respectivamente. Los servomotores 11 y 12 junto con sus trenes de engranaje individuales 13, y los controladores electrónicos 14 que controlan las magnitudes de empuje producidas por las unidades de propulsión 2 y 3, se alojan todos dentro de carcasas externas 6a y 6b de la traca 6. Servomotores, trenes de engranaje y controladores correspondientes para las unidades 4 y 5 se alojan en la traca 7.

[0023] Cada unidad de propulsión 2 a 5 tiene un sensor individual 15 para la detección de su posición angular sobre su eje FV o AV y para suministrar señales conforme a esto, a una unidad de control de servomotor 16. La unidad 16 señala comandos de control a los servomotores en las tracas 6 y 7 para la regulación de las disposiciones angulares de las unidades 2 a 5 apropiadamente, y el empuje producido por éstas, bajo control global de un ordenador de control de vuelo 17. La medición inercial y otras mediciones relacionadas con la posición de vuelo y otras variables de vuelo se suministran al ordenador 17 desde las unidades 18, y la energía eléctrica para el avión ala volante se proporciona como un todo por medio de baterías recargables LiPo (polímero de litio) 19. Fuentes de energía alternativas pueden incluir tecnologías de fuentes de energía nuevas y emergentes tales como, pero no limitadas a, sistemas de célula energética de hidrógeno. Las superficies de la estructura del ala pueden incorporar paneles solares para ofrecer generación de energía durante el vuelo estacionario y el vuelo.

- [0024] Los ejes de rotación aplicables para la operación de empuje vectorial de cada una de las dos unidades de propulsión montadas en cada punta del ala de la estructura del ala serán descritos ahora con referencia a las figuras 3 y 4. Sólo la punta del ala de babor con una de sus dos unidades de propulsión de empuje vectorial se muestra en la figura 3.
- 5 [0025] Con referencia a la figura 3, la unidad de propulsión de empuje vectorial 21 se muestra instalada en la punta de babor de la estructura del ala 22 delante del centro de cabeceo y el centro de gravedad.
- [0026] La unidad de propulsión de empuje vectorial 21 es giratoria sobre un eje primario QA paralelo al eje de la envergadura del ala, al igual que sobre un eje secundario SA paralelo al eje de la cuerda del ala, para proporcionar autoridad completa de control de plataforma.
- 10 [0027] La figura 4 muestra el detalle de instalación y ejes de rotación del sistema de cuatro unidades de propulsión de empuje vectorial correspondiente al del avión de la figura 1. En la figura 4 sólo se muestra la punta del ala de babor con sus dos unidades de propulsión de empuje vectorial.
- 15 [0028] Con referencia a la figura 4, las dos unidades de propulsión de empuje vectorial 24 y 25 se localizan en la punta de la estructura del ala 26, típicamente con espaciamentos iguales de proa y popa respectivamente, del eje de envergadura del ala WA (que se extiende a través del eje del centro de sustentación del ala). La unidad anterior 24 se localiza típicamente por debajo de la línea central CL de la estructura del ala, mientras que la unidad posterior 25 se localiza típicamente a igual distancia b por encima de ésta. Las unidades de propulsión de empuje vectorial 24 y 25 son giratorias sobre ejes primarios individuales PA paralelos al eje WA, además de ser giratorias, cuando es apropiado, sobre ejes individuales secundarios SA paralelos al eje de la cuerda del ala, para proporcionar autoridad completa de control de plataforma. La rotación sobre los ejes secundarios SA en general no es requerida en el contexto de sistemas de cuatro unidades de propulsión de empuje vectorial.
- 20 [0029] Se ha descubierto que en la construcción de alas volantes VTOL de empuje vectorial, es posible producir muchos de los componentes a partir de bien un compuesto (tal como fibra de carbono, o el material de fibra vendido bajo la marca comercial registrada KEVLAR), o usando un proceso de moldeo de inyección de plástico. Ésto permite mantener el peso en un mínimo, mientras se asegura una resistencia estructural e integridad del avión máxima. La estructura del ala volante, las tracas de ala internas y externas, los trenes de engranaje interiores y las unidades de propulsión de empuje vectorial se pueden fabricar de la misma forma.
- 25 [0030] Las alas volantes VTOL de empuje vectorial según la presente invención pueden realizar maniobras de vuelo avanzadas, incluyendo también los despegues y aterrizajes verticales, transiciones controladas a vuelo hacia adelante, manteniendo cualquier velocidad desde el vuelo estacionario hasta la velocidad máxima, y volviendo de nuevo hacia atrás al vuelo estacionario al igual que volar hacia atrás. Además de estas maniobras de núcleo de VTOL, también están disponibles el desplazamiento lateral controlado, la oscilación e inclinación hacia arriba o hacia abajo en vuelo estacionario así como múltiples combinaciones de todos éstos.
- 30 [0031] Ahora serán descritas varias operaciones de vuelo del avión ala volante de la figura 1 con referencia a las figuras 5 a 13.
- [0032] Haciendo referencia a las figuras 5a y 5b, las disposiciones de las unidades de propulsión 2 a 5, con las unidades anteriores 2 y 4 rotadas para inclinar sus empujes parcialmente hacia atrás respecto de la vertical, mientras los empujes de las unidades posteriores 3 y 5 permanecen verticales hacia abajo, inclina el avión hacia arriba en el vuelo estacionario.
- 35 [0033] En las figuras 6a y 6b, las unidades posteriores 3 y 5 se muestran rotadas para inclinar sus empujes parcialmente hacia atrás desde la vertical mientras los empujes de las unidades anteriores 2 y 4 permanecen verticales hacia abajo. Esto inclina el avión hacia abajo en el vuelo estacionario.
- 40 [0034] La figura 7 ilustra la situación en la que durante el vuelo estacionario del avión las unidades de propulsión de empuje vectorial 4 y 5 generan ligeramente más empuje que las unidades 2 y 3, con el resultado de que el avión comenzará a girar como se indica, en una dirección contraria a las agujas del reloj sobre su eje de balanceo RA.
- 45 [0035] En las figuras 8a y 8b, las unidades de propulsión 4 y 5 se muestran rotadas para dirigir sus empujes inclinados ligeramente hacia atrás hacia la vertical hacia abajo mientras que las unidades 2 y 3 se rotan para inclinar sus empujes ligeramente hacia adelante respecto de la vertical hacia abajo. El resultado es el giro del avión durante el vuelo estacionario en un sentido de las agujas del reloj sobre su eje de oscilación YA.
- 50 [0036] Las figuras 9a y 9b muestran las unidades de propulsión 2 a 5 giradas todas para dirigir sus empujes completamente hacia atrás. Esta es la configuración para el vuelo completo hacia adelante en las circunstancias en las que la estructura del
- 55
- 60

ala 1 proporciona una propulsión aerodinámica adecuada capaz de sostener todo el avión en su vuelo. A partir de éste estado, la rotación de las unidades 3 y 5 para dirigir sus empujes ligeramente hacia arriba, como se ilustra en las figuras 10a y 10b, resulta en la inclinación del avión en una subida. Dónde por el contrario, hay una rotación de las unidades 2 y 4 para dirigir sus empujes ligeramente hacia arriba, como se ilustra en las figuras 11a y 11b, el avión se inclina hacia abajo en un descenso.

[0037] Mientras el avión está en vuelo hacia adelante con las unidades 2 a 5 rotadas como se ilustra en las figuras 9a y 9b, la rotación de las unidades 2 y 3 para dirigir sus empujes ligeramente hacia arriba, y de las unidades 4 y 5 para dirigir sus empujes ligeramente hacia abajo, como se ilustra en la figura 12, el avión girará sobre su eje de balanceo RA. Si en vez de rotar las unidades 2 a 5, se mantienen como se ilustra en las figuras 9a y 9b, pero los empujes de las unidades 4 y 5 se aumentan aumentando su velocidad de ventilador, como se ilustra en la figura 13, el avión girará sobre su eje de oscilación YA durante el vuelo.

[0038] Una modificación del avión ala volante VTOL de empuje vectorial de la figura 1, se ilustra en las figuras 14a, 14b, 15a y 15b, en las que la estructura del ala modificada 31 incorpora una aleta 32 y un flap 33. Esto aumenta significativamente el coeficiente de sustentación (C_L), y por lo tanto la sustentación producida con velocidad hacia adelante. Cuando el avión pasa del estado de vuelo estacionario (ilustrado en la figura 14a) a vuelo hacia adelante (ilustrado en la figura 14b), se requiere por lo tanto menos energía por parte de sus unidades de impulso vectorial 2 a 5 que de aquellas de la estructura del ala no modificada 1 para mantener el avión en el aire, ya que se genera ahora una proporción superior de sustentación como sustentación aerodinámica desde la estructura del ala misma.

[0039] Las figuras 15a y 15b ilustran el uso del flap 33 como un elevador para ajustar la inclinación del avión modificado mientras el avión está en vuelo hacia adelante. El flap/elevador 33 no necesita necesariamente ser una única estructura y podría dividirse de tal forma que podría funcionar también como un freno de aire, o proporcionar adicionalmente capacidad de flap y alerón para inducir balanceo al igual que actuar como un elevador para el control de la inclinación.

[0040] La modificación del avión ala volante de la figura 1 para tener una estructura de ala de inclinación hacia adelante 36 con diedro, se ilustra en las figuras 16a y 16b. Esta modificación es probable que mejore la estabilidad de balanceo y la respuesta de ráfaga.

[0041] Una modificación alternativa para proporcionar una estructura de ala de inclinación hacia adelante 37 con diedro negativo se ilustra en las figuras 17a y 17b. Con esta modificación, la estabilidad de balanceo es probable que sea más sensible, pero las características de sustentación vertical bien pueden ser mejoradas.

[0042] La figura 18 muestra una modificación del avión ala volante VTOL de empuje vectorial de la figura 1 en el que las unidades de propulsión de ventilación por conducto 2 a 5 se sustituyen por unidades de propulsión de rotor abierto 42 a 45, mientras que la figura 19 muestra otra modificación en la que se añade una unidad 46 situada centralmente, que puede hacer de fuselaje o de cápsula de sensor; claramente, la unidad añadida 46 puede extenderse cuando, por ejemplo, se requiere una mayor capacidad de fuselaje. Como una modificación alternativa, o adicionalmente, se puede añadir un estabilizador de cola 47 como se ilustra en la figura 20, para una estabilidad lateral mejorada.

[0043] Como otra posible modificación, se puede añadir una unidad de ventilación central 48 como se ilustra en la figura 21, para aumentar la sustentación. Esto puede ser ventajoso para diseños de envergaduras de ala de avión ala volante grandes que, por su naturaleza última, es probable que sean más pesados que un diseño de ala más corta. Con un ventilador de sustentación central, se requiere menos sustentación para el vuelo estacionario por parte de las unidades de propulsión de empuje vectorial 2 a 5.

[0044] Otro ejemplo de un avión ala volante VTOL según la invención será descrito a continuación con referencia a las figuras 22 a 24.

[0045] Haciendo referencia a las figuras 22 a 24, la estructura del ala 51 tiene en este caso cuatro unidades de propulsión de empuje vectorial 52 a 55 con las unidades 52 y 53 montadas proa-popa respectivamente en la punta del ala de estribor de la estructura 51, y las unidades 54 y 55 montadas correspondientemente proa-popa en la punta del ala de babor. Cada unidad 52 a 55 es soportada por un brazo individual 56 que está pivotado en la estructura del ala 51. Los brazos 56 que soportan las unidades 52 y 54 están montados de forma pivotante respectivamente en las puntas de las alas de estribor y de babor para el desplazamiento independiente pivotante en relación con la estructura del ala 51 sobre un eje hacia adelante paralelo al eje de cabeceo del avión. El desplazamiento pivotante de cada uno de estos dos brazos 56 en relación con este eje hacia adelante se controla vía transmisiones por cadena 57 y 58. Correspondientemente, los brazos 56 que portan las unidades 53 y 55 están montados respectivamente de forma pivotable en las puntas de babor y estribor de las alas para el desplazamiento angular independiente, con respecto a la estructura del ala 51, sobre un eje posterior paralelo al eje de cabeceo del avión, y el desplazamiento pivotante de cada uno de estos dos brazos 56 con respecto a este eje es controlado

vía transmisiones por cadenas 59 y 60.

[0046] Los brazos 56 se muestran en las figuras 22 y 23 pivotados en alineación horizontal con la estructura del ala 51 para situar las unidades de propulsión 52 a 55 para el vuelo estacionario del avión. Las unidades 52 a 55 en esta disposición de los brazos 56 están orientadas para dirigir el empuje verticalmente hacia abajo. Más particularmente, en esta disposición los dos brazos 56 que portan las unidades 52 y 53 en el lado de estribor se pliegan alejándose el uno del otro al otro, y de forma similar los dos brazos 56 que portan las unidades 54 y 55 en el lado de babor se pliegan alejándose el uno del otro, de modo que las unidades 52 y 53 y las unidades 54 y 55 tienen una separación máxima. Esto proporciona una buena estabilidad y equilibrio del avión en el vuelo estacionario.

[0047] La figura 24 muestra la disposición de las unidades de propulsión 52 a 55 para el vuelo hacia adelante. En este caso, los brazos 56 que portan las unidades 52 y 54 han sido conducidos por sus transmisiones de cadena 57 y 58 para ser inclinados hacia adelante hacia abajo desde la horizontal, y los brazos 56 que portan las unidades 53 y 55 han sido conducidos por sus transmisiones de cadena 59 y 60 para ser inclinados hacia atrás hacia arriba desde la horizontal, de modo que el empuje de todas las unidades 52 a 55 está dirigido hacia atrás al igual que parcialmente hacia abajo para la sustentación. El movimiento hacia abajo de los brazos 56 que portan las unidades 52 y 54, y el movimiento ascendente de los brazos 56 que portan las unidades 53 y 55 asegura que haya una separación de desalineamiento apropiada entre las unidades 52 y 53 y las unidades 54 y 55.

[0048] Para un equilibrio mejorado y neutralización de efectos inerciales, los ventiladores/rotores de las unidades 53 y 54 están dispuestos para girar en sentido opuesto al de las unidades 52 y 55. El sentido de rotación para cada unidad 52 a 55 se indica en la figura 22 mediante una flecha R.

[0049] La figura 25 es ilustrativa de un avión ala volante alternativo que es funcionalmente comparable con el de las figuras 22 a 24, pero en el que se utilizan enlaces de brazo de manivela 61 en vez de transmisiones por cadena, para el desplazamiento angular de las unidades de propulsión 62 a 65.

[0050] En el avión ala volante ilustrado en las figuras 22 a 25, las unidades de propulsión 52 a 55 y 62 a 65 están soportadas por brazos pivotados 56 y enlaces 61 para proporcionar los desplazamientos angulares requeridos para el empuje vectorial. No obstante, a modo de modificación, las unidades de producción de empuje 52 a 55 se pueden pivotar a sus respectivos brazos 56, y las unidades 62 a 65 se pueden pivotar a los respectivos enlaces 61 de modo que en cada caso se introduce otro eje o eje alternativo para el control de la dirección.

[0051] Una forma preferida de avión ala volante según la invención se ilustra en la figura 26, e implica dos pares de unidades de propulsión anteriores y posteriores 72 y 73, y 74 y 75 que se mueven de forma pivotable mediante transmisiones por cadena individuales (no mostradas) localizadas en aletas verticales o tracas de ala 76 y 77 respectivamente. Las tracas 76 y 77 (cuya forma puede variar de la ilustrada) proveen una estabilidad longitudinal mejorada al avión durante el vuelo hacia adelante y maniobras de vuelo hacia adelante. Típicamente, las tracas 76 y 77 son cada una de superficie más grande en la parte posterior que en la parte anterior del avión (para poner en práctica así un efecto de alineamiento de la 'veleta'). El aumento en el área de superficie desde la parte anterior a la parte posterior puede estar por encima y/o por debajo de la estructura del ala 78, pero en el avión de la figura 26, en el que el aumento está por debajo de la estructura del ala 78, existe la ventaja de que ésta contribuye, junto con marcos abiertos 79, a la provisión de tren de aterrizaje para el avión.

[0052] La estabilización de la oscilación y/o el control del avión ala volante de la figura 26 se puede proporcionar variando el empuje proporcionado como tal entre las unidades de propulsión de estribor 72 y 73 y las unidades de propulsión de babor 74 y 75. No obstante, cada traca 76 y 77 del avión ala volante de la figura 26 puede, como se ilustra en la figura 27, incorporar un estabilizador de oscilación o timón 80 para uso como una alternativa o adicionalmente al uso de la variación de empuje.

[0053] La figura 28 muestra otra modificación del avión ala volante de la figura 26, en el que la estructura del ala 78 tiene una aleta de borde de ataque 81 para mejorar el intervalo del ángulo de ataque del ala antes de la pérdida de sustentación.

[0054] El avión ala volante de las figuras 26 a 28 incluye flaps/elevadores 82 que se ven más claramente en las figuras 27 y 28.

[0055] Otra modificación posible, que se ilustra en la figura 29, implica el montaje de una unidad de ventilador 83 en cada una de las tracas del ala o aletas verticales 84 del avión. Las unidades 83 proporcionan empuje en direcciones laterales opuestas para dar un mecanismo de control de oscilación y estabilización adicional o alternativo. El control se efectúa simplemente variando los empujes que producen unas respecto a otras.

[0056] El avión ala volante VTOL de empuje vectorial de la presente invención supera muchos de los problemas asociados

- con estructuras de avión de ala fija convencionales y giroaviones. El uso de la estructura de ala volante permite reducir el peso del avión a un mínimo absoluto, debido a que se evitan los requisitos de superficies de fuselaje y control de vuelo, tales como un estabilizador horizontal y/o elevadores y sus accionadores asociados. Mediante un diseño adecuado, el avión ala volante de la presente invención no sólo es estable, si no que puede mejorar otros tipos de aviones de ala fija o giroaviones en brisas racheadas. Además, la recuperación de pérdida de sustentación por ráfagas puede ser instantánea, sin pérdida de altitud. Diseños avanzados de avión ala volante según la invención, que incorporan, por ejemplo aletas y flaps, pueden dar lugar a coeficientes de sustentación más altos, permitiendo a tales aviones volar a velocidades muy bajas con sustentación completa del ala.
- 5
- 10 [0057] El avión ala volante VTOL de la presente invención puede proporcionarse también como un avión modelo radiocontrolado, y a este aspecto se puede proporcionar para la venta en forma de kit.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Avión ala volante VTOL en el que un par de unidades de propulsión de empuje vectorial (2,3; 4,5) se monta en cada uno de los extremos opuestos de la estructura del ala (1) lateralmente del eje proa-popa del avión, y cada unidad de propulsión de empuje vectorial es manejable para dirigir el empuje producido por ésta de forma selectiva y variable entre hacia abajo para el despegue y hacia atrás para el vuelo hacia adelante, **caracterizado por el hecho de que** un único par de las unidades de propulsión se monta en cada uno de los extremos opuestos de la estructura del ala, y las dos unidades de propulsión de cada par se encuentran espaciadas de forma equidistante respectivamente hacia adelante y hacia atrás del centro de gravedad del avión.
- 10 2. Avión ala volante VTOL según la reivindicación 1, en el que cada una de las unidades de propulsión de empuje vectorial también es manejable para dirigir el empuje producido por ésta de forma selectiva y variable hacia adelante para una maniobra o vuelo del avión hacia atrás.
- 15 3. Avión ala volante VTOL según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que los ejes sobre los que se dirigen los empujes de las dos unidades de propulsión (2, 3; 4, 5; 52, 53; 54, 55) de cada par, se localizan por encima y por debajo respectivamente del plano central de la estructura del ala (1,51).
- 20 4. Avión ala volante VTOL según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, en el que los ejes sobre los que se dirigen los empujes de las dos unidades de propulsión (52, 53; 54, 55) de cada par son desplazables con respecto a la estructura del ala (51).
- 25 5. Avión ala volante VTOL según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada una de las unidades de propulsión es manejable para dirigir su empuje angularmente alrededor del eje de cabeceo del avión o un eje paralelo al eje de cabeceo.
- 30 6. Avión ala volante VTOL según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que cada una de las unidades de propulsión es manejable para dirigir su impulso angularmente alrededor de un eje paralelo al eje de balanceo del avión y el eje de cabeceo del avión o un eje paralelo al eje de cabeceo.
- 35 7. Avión ala volante VTOL según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cada unidad de propulsión de empuje vectorial está montada delante del centro aerodinámico de sustentación de la estructura del ala.
- 40 8. Avión ala volante VTOL según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la orientación del empuje por parte de las unidades de propulsión se logra al menos en parte por desviación del empuje de las unidades.
- 45 9. Avión ala volante VTOL según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la orientación del empuje por parte de cada unidad de propulsión se logra al menos en parte por desplazamiento angular de la unidad de propulsión como un conjunto en relación con la estructura del ala.
- 50 10. Avión ala volante VTOL según la reivindicación 9, en el que cada unidad de propulsión (52, 53; 54, 55; 62, 63; 64, 65) se monta en un elemento individual pivotable (56, 61) para un desplazamiento angular alrededor de este elemento, de modo que la orientación de la unidad de propulsión es variable en dos ejes en relación con la estructura del ala.
- 55 11. Avión ala volante VTOL según la reivindicación 10, en el que los dos ejes son ambos paralelos al eje de cabeceo del avión.
- 60 12. Avión ala volante VTOL según la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en el que las dos unidades de propulsión de cada par se montan para un desplazamiento angular para dirigir respectivos elementos pivotables, que para el vuelo hacia adelante del avión se controlan para situar las dos unidades de propulsión del par una sobre la otra en relación con la estructura del ala.
13. Avión ala volante VTOL según la reivindicación 12, en el que para el vuelo estacionario del avión, los elementos pivotables se controlan para situar las dos unidades de propulsión del par en alineación horizontal la una con la otra.
14. Avión ala volante VTOL según la reivindicación 13, en el que para el vuelo estacionario del avión los elementos pivotables de las dos unidades de propulsión del par se pivotan alejándose la una de la otra.
15. Avión ala volante VTOL según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el centro de gravedad del avión se localiza delante del centro aerodinámico de sustentación de la estructura del ala, dentro de un intervalo de 0% a 15% del máximo de la cuerda del ala del avión.

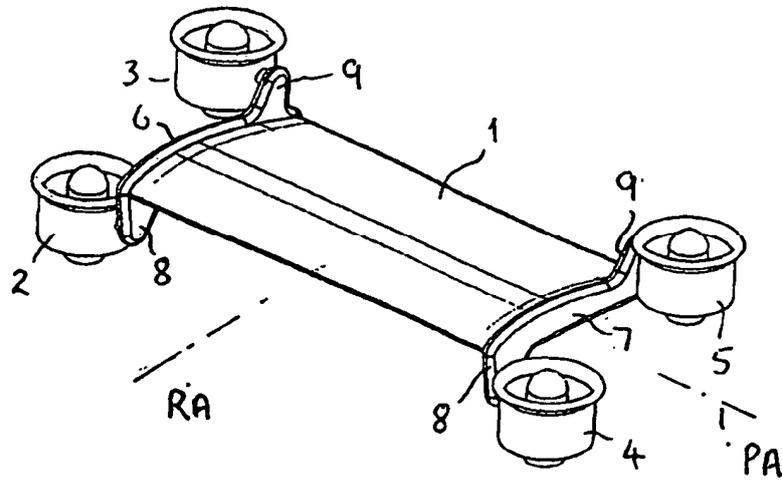


Fig. 1

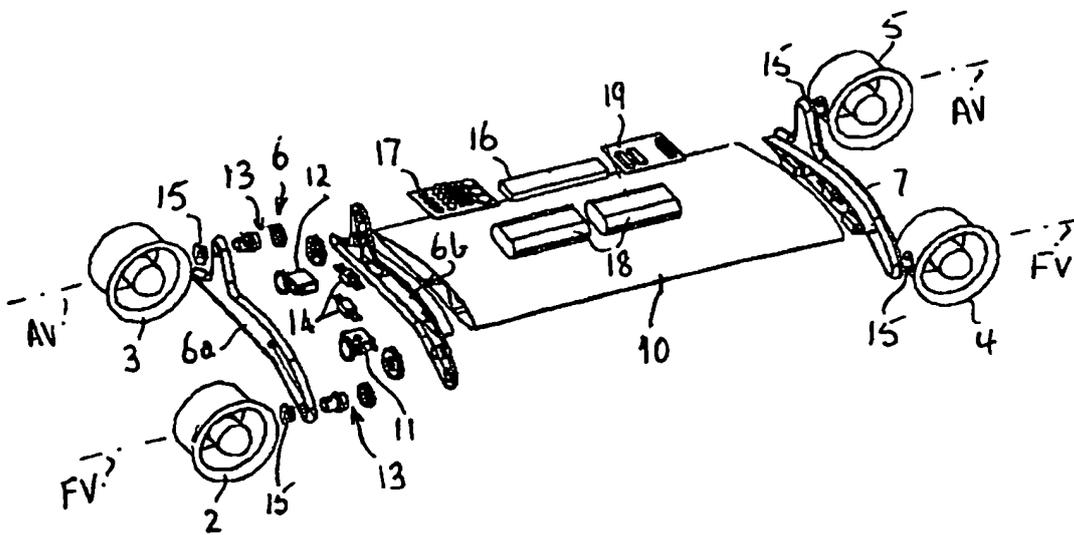


Fig. 2

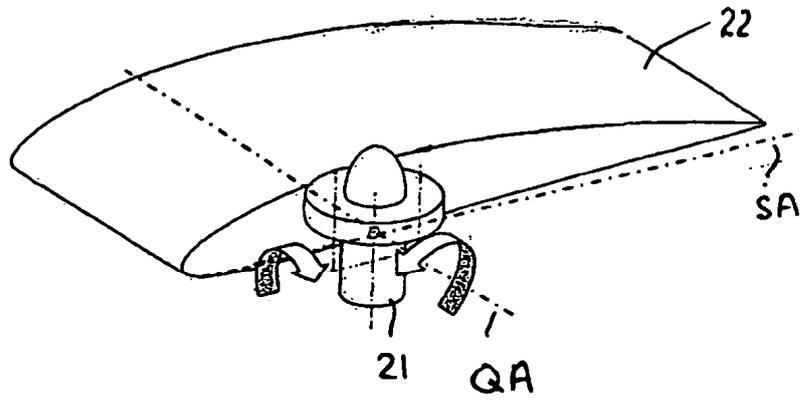


Fig. 3

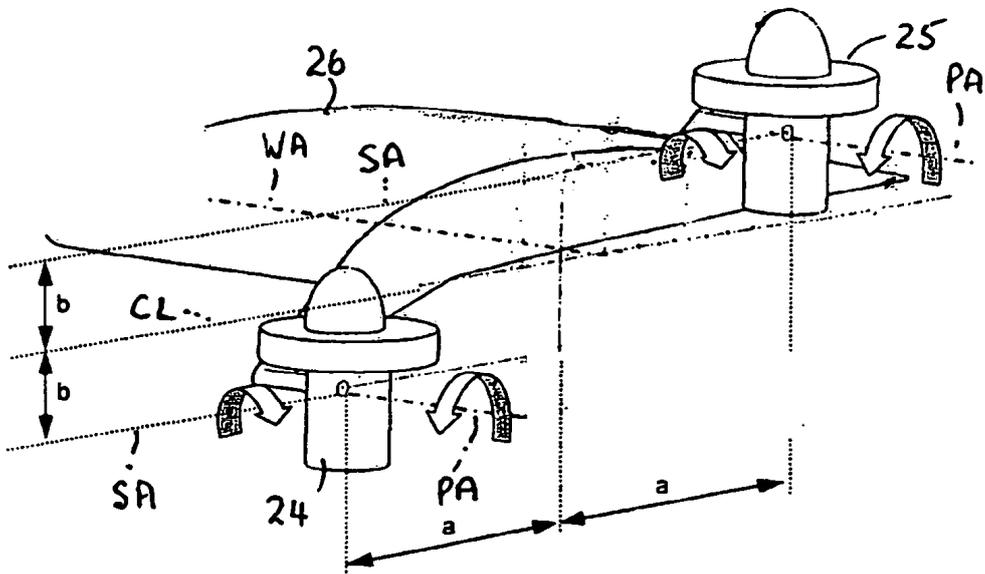


Fig. 4

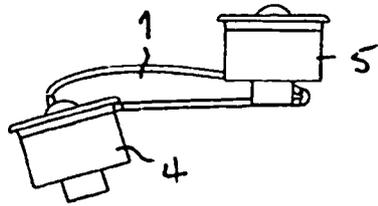


Fig. 5a

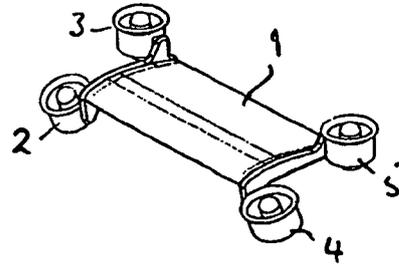


Fig. 5b

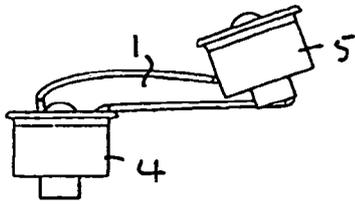


Fig. 6a

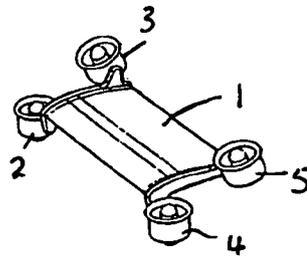


Fig. 6b

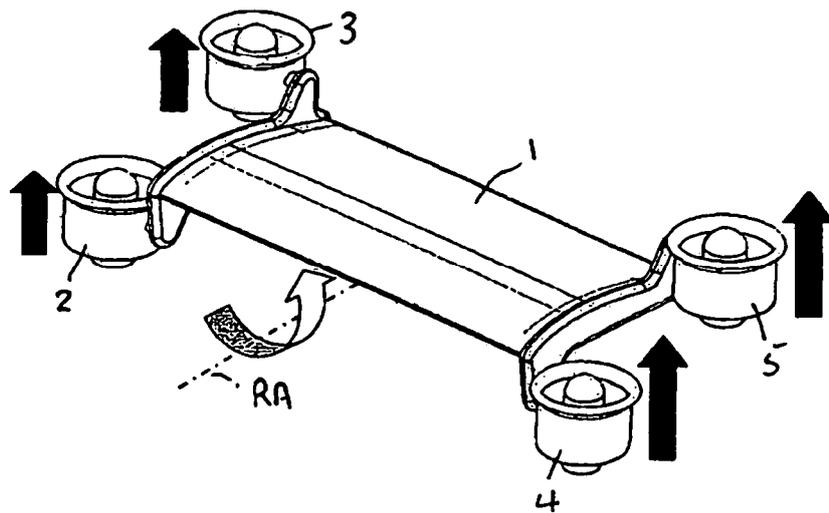


Fig. 7

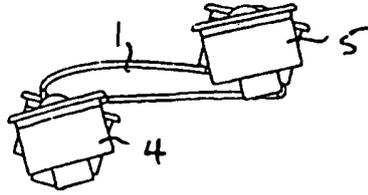


Fig. 8a

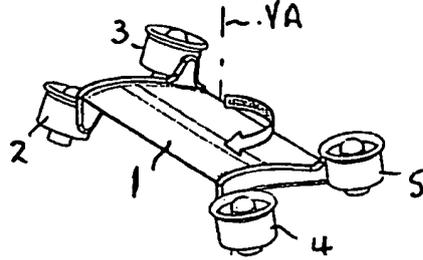


Fig. 8b

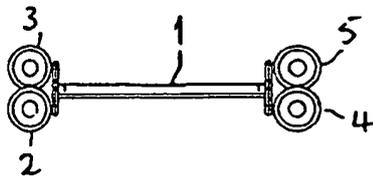


Fig. 9a

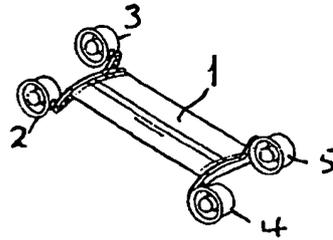


Fig. 9b

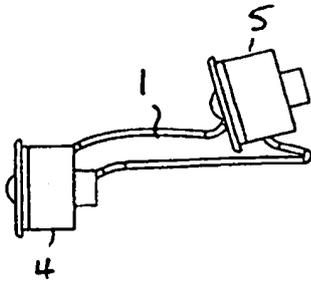


Fig. 10a

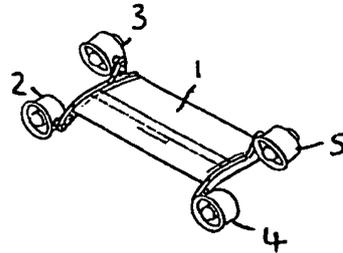


Fig. 10b

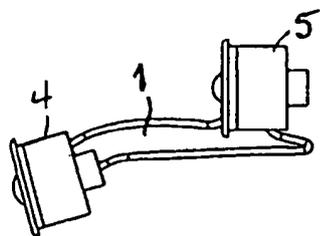


Fig. 11a

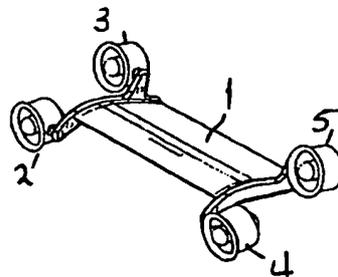


Fig. 11b

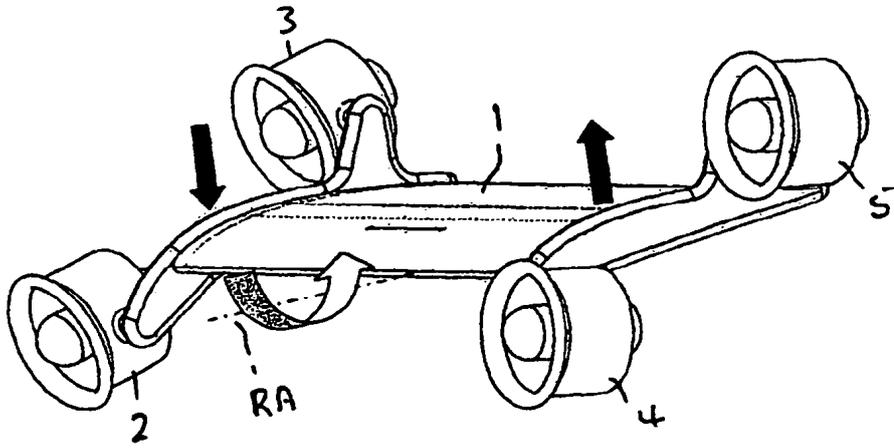


Fig. 12

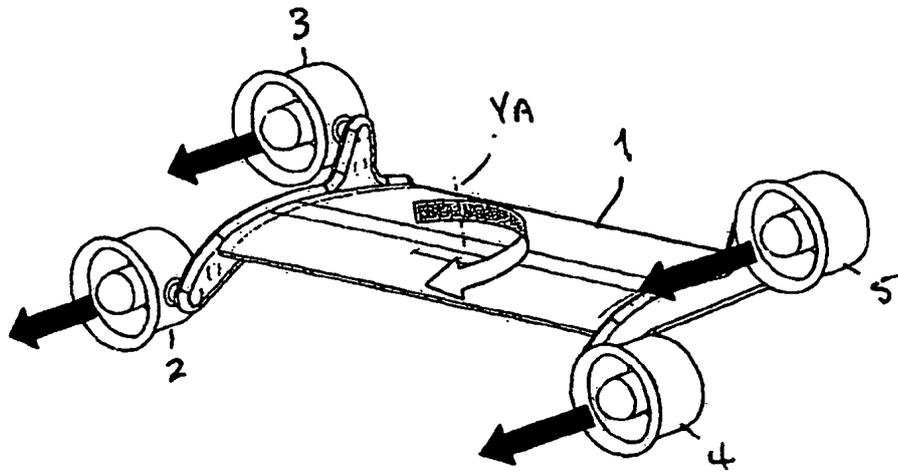


Fig. 13

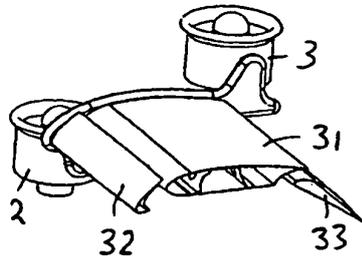


Fig. 14a

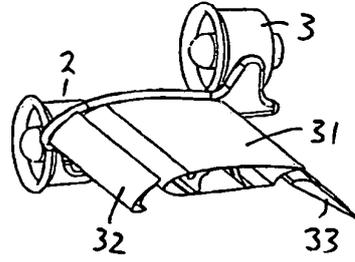


Fig. 14b

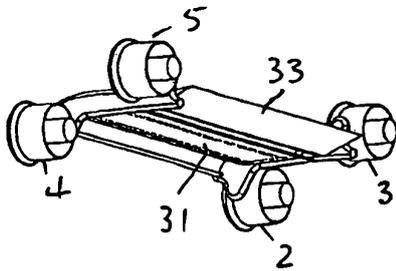


Fig. 15a

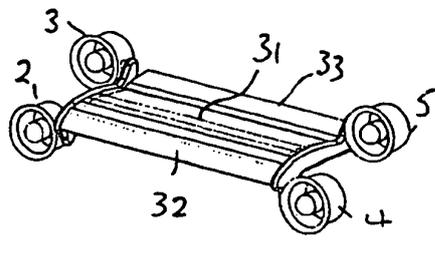


Fig. 15b

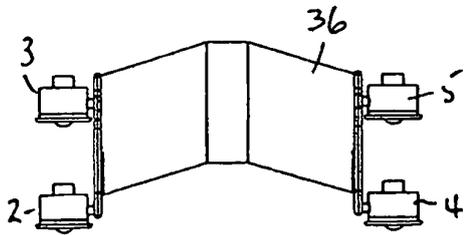


Fig. 16a

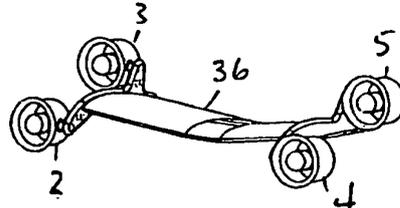


Fig. 16b

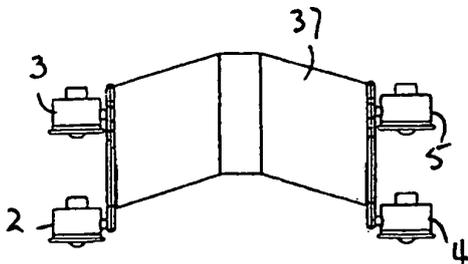


Fig. 17a

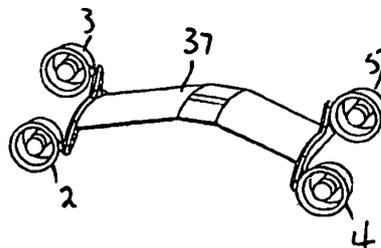


Fig. 17b

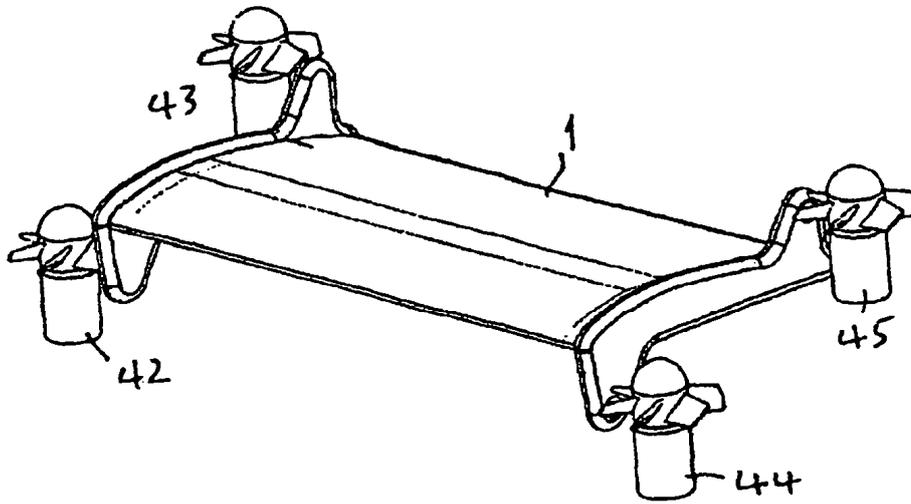


Fig. 18

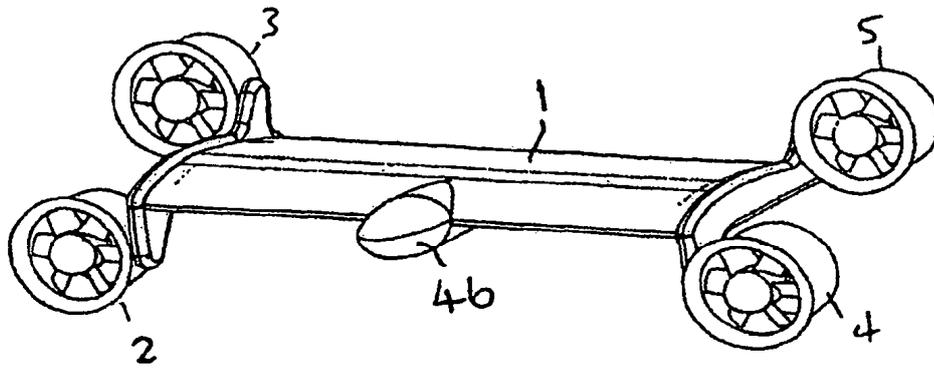


Fig. 19

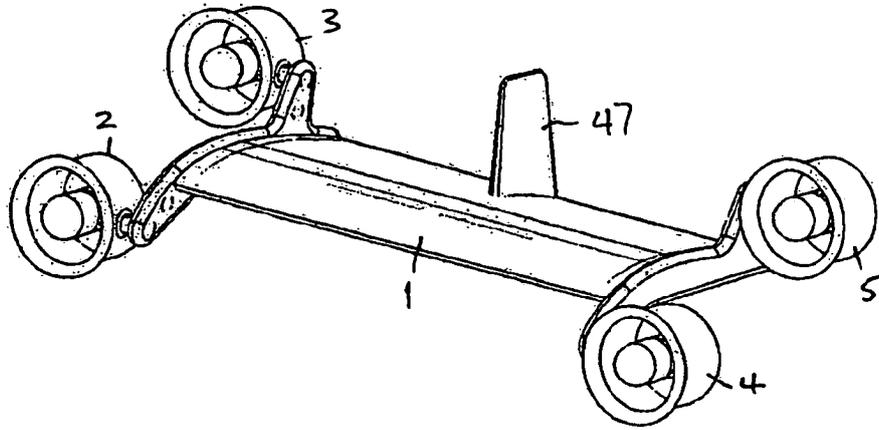


Fig. 20

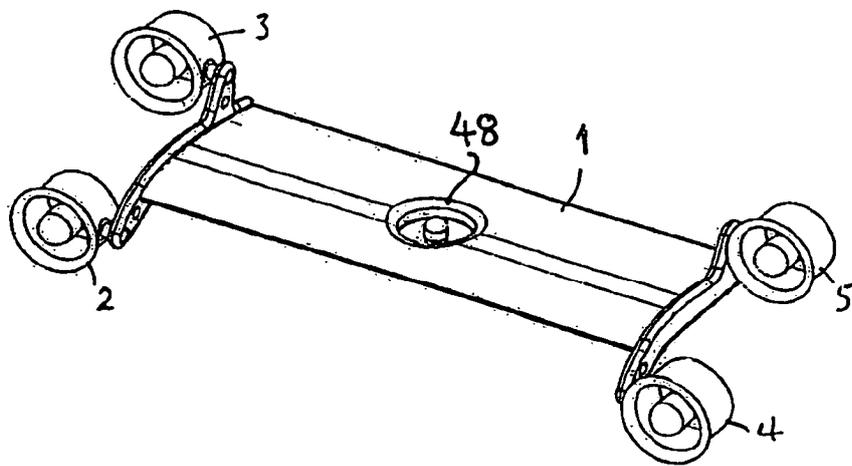


Fig. 21

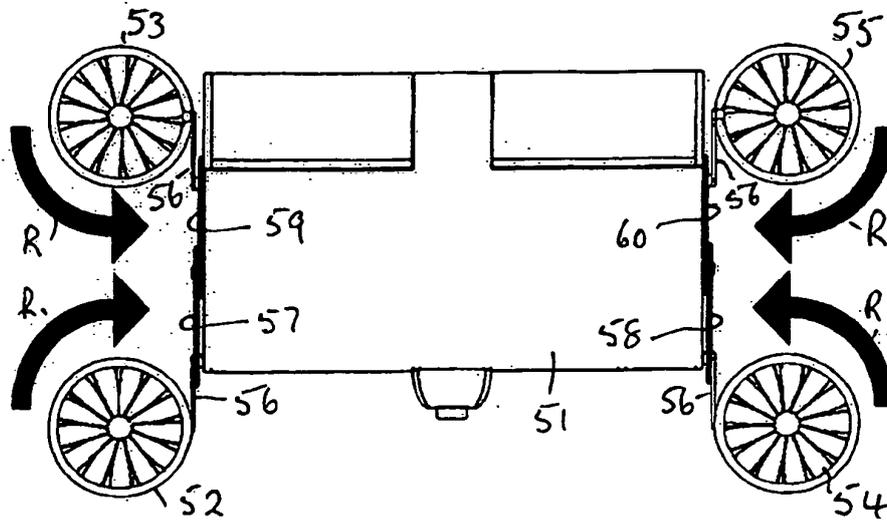


Fig. 22

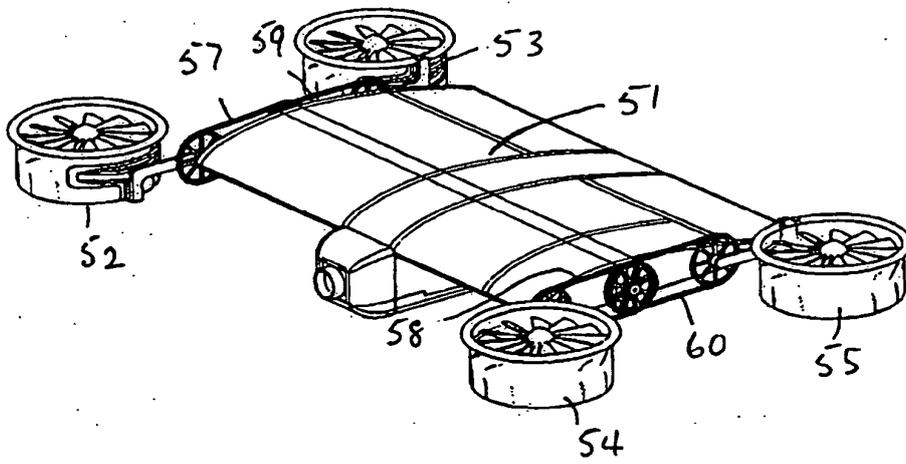


Fig. 23

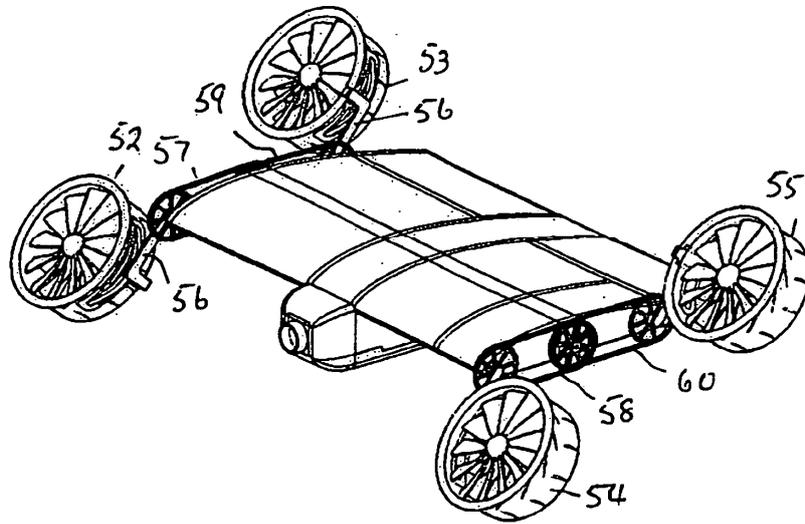


Fig. 24

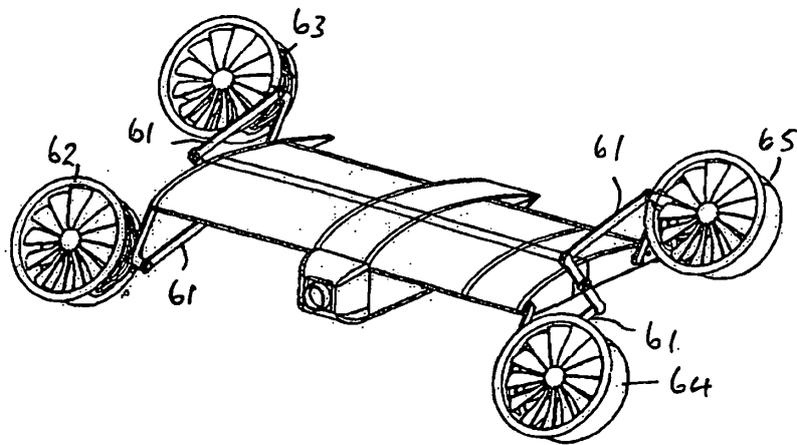


Fig. 25

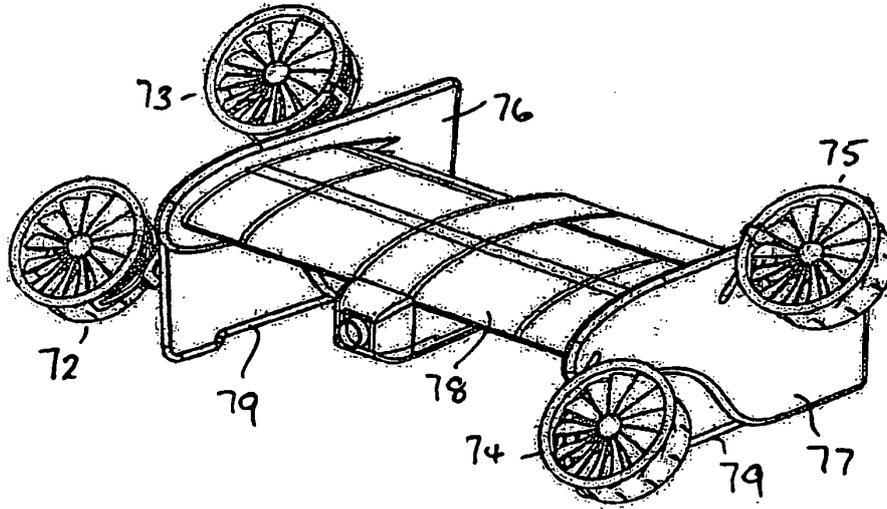


Fig. 26

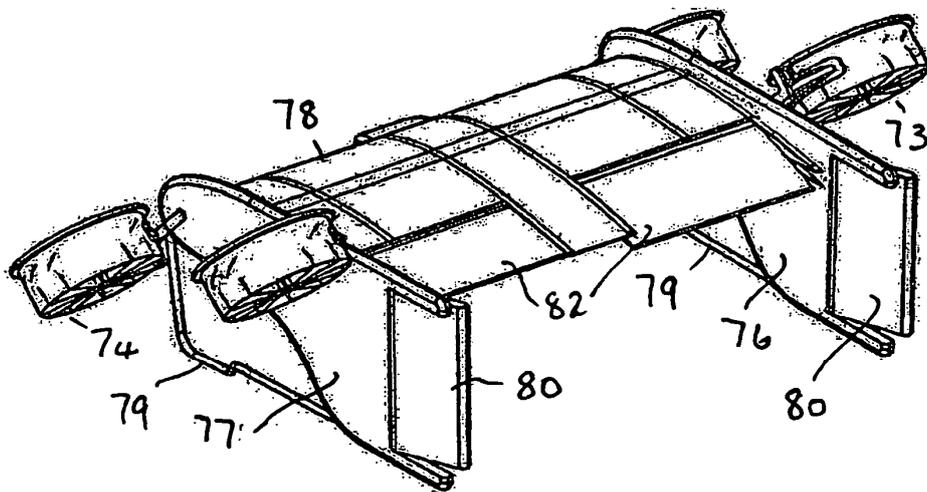


Fig. 27

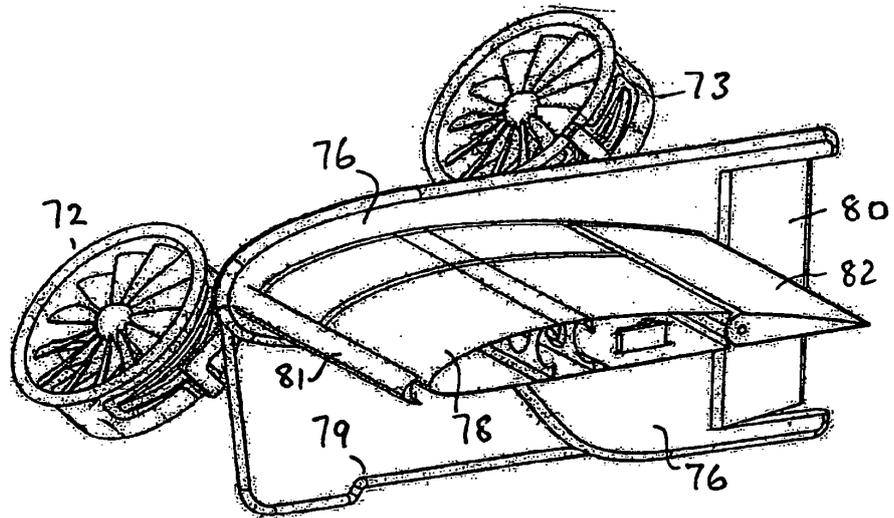


Fig. 28

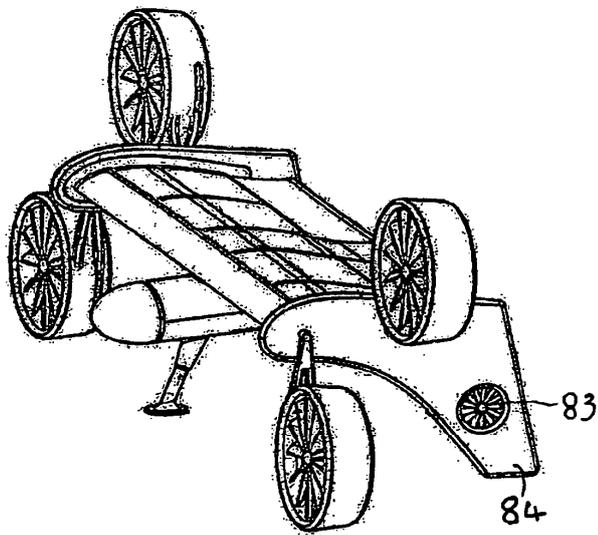


Fig. 29