

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 026 751**

51 Int. Cl.:

B64C 27/26 (2006.01)

B64C 27/28 (2006.01)

B64C 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2021** **E 24165237 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2025** **EP 4368506**

54 Título: **Aeronave de despegue y aterrizaje vertical**

30 Prioridad:

19.05.2020 US 202016878380

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

12.06.2025

73 Titular/es:

ARCHER AVIATION, INC. (100.00%)

190 W. Tasman Drive

San Jose, California 95134, US

72 Inventor/es:

BOWER, GEOFFREY C.;

MUNIZ, THOMAS P.;

ADCOCK, BRETT;

GOLDSTEIN, ADAM;

HUGHES, CALDER RICHMOND;

HAZEN, ZACHARY ROBERT TIMM y

KOSSAR, CHAD STUART

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 3 026 751 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).

DESCRIPCION

Aeronave de despegue y aterrizaje vertical

5 CAMPO

La presente divulgación se relaciona generalmente con aeronaves de despegue y aterrizaje vertical, y más específicamente con aeronaves de despegue y aterrizaje vertical de ala fija.

10 ANTECEDENTES

15 Los aviones de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) son aeronaves que pueden despegar y aterrizar verticalmente y flotar, proporcionando la capacidad de transportar viajeros directamente a su destino. Los helicópteros son aeronaves VTOL que generan elevación enteramente a través de sus rotores. Algunas aeronaves VTOL tienen alas y sistemas de propulsión que proporcionan la sustentación requerida durante el vuelo de avance. Algunas aeronaves VTOL aladas utilizan sistemas de propulsión separados para el empuje vertical, que se utiliza durante el despegue y el aterrizaje, y para el empuje hacia delante, que se utiliza durante el vuelo de crucero. Otras aeronaves VTOL aladas utilizan sistemas de propulsión inclinables que basculan entre las posiciones de empuje vertical y empuje hacia delante.

20 La divulgación del documento US2019/329882A1 proporciona una aeronave que emplea rotores eléctricos articulados de posición variable que tienen diferentes configuraciones operativas y transiciones entre ellas, así como perfiles aerodinámicos o aspas de paso variable, para generar empuje vectorial en las diferentes configuraciones. La circuitería de control genera señales de posición del rotor y señales de paso de las aspas para controlar independientemente el empuje del rotor, la orientación del rotor y el paso de las aspas de los rotores de posición variable de manera que se proporcionen (i) las transiciones entre las configuraciones de funcionamiento para los correspondientes modos de vuelo de la aeronave, que pueden incluir tanto el modo de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) como el modo de vuelo de avance, y (ii) la maniobra de vectorización de empuje comandada de la aeronave en las diferentes configuraciones, incluyendo la adaptación del paso de las aspas.

30 La divulgación del documento US2019/127056A1 proporciona una aeronave compuesta que incluye una formación de rotores para vuelo vertical posicionados en plumas de soporte y elementos de ala para vuelo de crucero, emparejados a un fuselaje central que soporta aviónica y una hélice de empuje para propulsión hacia delante. La aeronave acomoda un contenedor de transporte de carga con conexión de las superficies entre el contenedor y el fuselaje y mecanismos de cierre para unir y separar el contenedor y el vehículo.

35 La divulgación de https://web.archive.org/web/20200114120358/https://www.kari.re.kr/eng/sub03_01_01.do#link se relaciona con un avión de test de vuelo que permite el despegue y aterrizaje vertical.

40 La divulgación de "Dimensionamiento estructural para el diseño preliminar de un PAV pilotado opcionalmente", Kim Sung Joon et al, Revista de la Sociedad Coreana de Aviación y Aeronáutica, disponible en http://www.jksaa.or.kr/download/download_pdf?doi=10.12985/ksaa.2020.28.1.083 proporciona una visión general del proceso de dimensionamiento de un vehículo aéreo personal opcionalmente pilotado a nivel de diseño conceptual.

45 La divulgación del documento W 02018/075412A1 proporciona un multicóptero con rotores en ángulo.

RESUMEN

50 De acuerdo con varias realizaciones, una aeronave de despegue y aterrizaje vertical incluye un ala fija, una pluralidad de rotores para proporcionar sustentación durante el despegue y aterrizaje vertical, y una pluralidad de propulsores que pueden inclinarse desde configuraciones de sustentación para proporcionar sustentación durante el despegue y aterrizaje vertical hasta configuraciones de propulsión para proporcionar la velocidad del aire hacia delante necesaria para que la aeronave esté soportada por el ala fija. Configurando la aeronave VTOL de modo que una porción del sistema de propulsión se dedique a elevar y una porción del sistema de propulsión se utilice tanto durante la elevación como durante el vuelo de avance, la aeronave puede ser más ligera y tener menor resistencia que las aeronaves VTOL que tienen sistemas de elevación y propulsión separados y que las aeronaves VTOL que utilizan toda la propulsión tanto para la elevación como para el vuelo de avance.

La invención proporciona una aeronave de despegue y aterrizaje vertical de acuerdo con la reivindicación 1. Otras realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes.

60 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención será descrita ahora, mediante ejemplo solamente, con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

65 La FIG. 1 muestra una aeronave VTOL en una configuración de vuelo hacia adelante;
La FIG. 2 muestra una aeronave VTOL en una configuración de despegue y aterrizaje;

La FIG. 3 es una vista en perspectiva de una aeronave VTOL que ilustra las posiciones del rotor y del propulsor en las configuraciones de vuelo para elevar y de vuelo hacia adelante, de acuerdo con diversas realizaciones;

La FIG. 4 es una vista superior de la aeronave VTOL de la FIG. 3;

La FIG. 5 es una vista frontal de la aeronave VTOL de la FIG. 3;

La FIG. 6 es una vista lateral de la aeronave VTOL de la FIG. 3; y

Las FIGS. 7 y 8 son vistas frontal y lateral, respectivamente, de una aeronave VTOL ilustrando el tamaño de la aeronave en relación con una persona de pie, de acuerdo con diversas realizaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

De acuerdo con diversas realizaciones, las aeronaves VTOL descritas en el presente documento incluyen al menos un ala fija, una pluralidad de rotores que están fijos para proporcionar sustentación durante el despegue, el aterrizaje y el vuelo estacionario, y una pluralidad de propulsores que son inclinables desde configuraciones de sustentación para proporcionar sustentación hasta configuraciones de propulsión para proporcionar el empuje hacia delante necesario para que el al menos un ala fija proporcione la sustentación a la aeronave. Mediante configurar la aeronave VTOL de modo que una porción del sistema de propulsión se dedique a elevar y una porción del sistema de propulsión se utilice tanto para elevar como para el vuelo de avance, la aeronave puede ser más ligera y tener menor resistencia que las aeronaves VTOL que tienen sistemas de elevación y propulsión separados y que las aeronaves VTOL que utilizan toda la propulsión tanto para elevar como para el vuelo de avance. Las aeronaves VTOL aladas que tienen sistemas de propulsión separados para la propulsión vertical y la propulsión hacia delante desechan esencialmente el sistema de propulsión hacia delante durante el despegue y aterrizaje vertical y el vuelo estacionario. En contraste, las aeronaves de acuerdo con los principios que se describen en el presente documento utilizan el sistema de propulsión delantera durante el despegue y aterrizaje vertical, lo que puede resultar en un sistema de propulsión relativamente ligero en general. Las aeronaves VTOL con alas que inclinan todos sus rotores tienen lugares limitados para posicionar los rotores (los rotores deben ser posicionados adelante y atrás del centro de gravedad pero su posicionamiento está limitado por los otros rotores y las alas), lo que a menudo resulta en relativamente menos rotores, y por lo tanto más grandes. En contraste, los sistemas de propulsión de acuerdo con los principios descritos en el presente documento pueden tener rotores relativamente más pequeños, más ligeros de peso y con menor resistencia al avance. Así, las aeronaves de acuerdo con diversas realizaciones descritas aquí tienen un equilibrio ideal entre un sistema de propulsión de elevación dedicado y un sistema de propulsión inclinable.

De acuerdo con las varias realizaciones, los propulsores están montados a ala(s), por delante del borde delantero, y los rotores están montados a ala(s), por detrás del borde de fuga. Los propulsores y rotores pueden ser montados a través de las alas. En algunas realizaciones, cada brazo soporta un propulsor en su extremo frontal y un rotor en su extremo posterior.

De acuerdo con varias realizaciones, los propulsores están escalonados hacia delante y hacia atrás para prevenir que las aspas rotas de un propulsor golpeen las aspas del propulsor adyacente. De acuerdo con algunas realizaciones, los rotores y/o propulsores están posicionados e inclinados de modo que sus aspas no se intersecten entre sí y para aumentar la autoridad de control de guiñada. En algunas realizaciones, los rotores y/o propulsores están posicionados e inclinados de modo que los planos de rotación de sus aspas no se crucen con pasajeros y/o componentes críticos del sistema para minimizar el potencial daño resultante de la rotura de una aspa durante el vuelo.

De acuerdo con algunas realizaciones, las alas están ubicadas en la parte alta del fuselaje para facilitar la entrada y salida de los pasajeros. La aeronave puede ser configurada de modo que la parte inferior de los brazos que soportan el rotor y los propulsores estén por encima de la cabeza de una persona de tamaño medio, lo que también contribuye a facilitar la entrada y la salida.

En la siguiente descripción de la divulgación y las realizaciones, se hace referencia a los dibujos acompañantes en los que se muestran, a modo de ilustración, realizaciones específicas que pueden ser practicadas. Debe ser entendido que otras realizaciones y ejemplos pueden ser practicados, y los cambios pueden ser hechos, sin apartarse del alcance de la invención como definido por las reivindicaciones adjuntas.

En adición, también debe ser entendido que las formas singulares "un", "uno" y "El/lo" usadas en la siguiente descripción están pensadas para incluir las formas plurales también, a menos que el contexto claramente indique otra manera. También debe ser entendido que el término "y/o", tal como se utiliza en el presente documento, se refiere y engloba todas y cada una de las posibles combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados. Además, debe ser entendido que los términos "incluye", "incluyendo", "comprende" y/o "que comprende", cuando son utilizados en el presente documento, especifican la presencia de características, enteros, pasos, operaciones, elementos, componentes y/o unidades, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, enteros, pasos, operaciones, elementos, componentes, unidades y/o grupos de los mismos.

Como es utilizado en el presente documento, el término "propulsor" se refiere a una hélice de paso variable que puede proporcionar empuje para la elevación vertical y para la propulsión hacia adelante mediante la variación del paso de la hélice.

Las FIGS. 1 y 2 ilustran una aeronave VTOL 100 en una configuración de crucero y una configuración de despegue y

aterrizaje vertical, respectivamente, de acuerdo con diversas realizaciones. La aeronave 100 incluye un fuselaje 102, unas alas 104 montadas al fuselaje 102, y uno o más estabilizadores traseros 106 montados a la parte trasera del fuselaje 102. Una pluralidad de rotores 112 están montados a las alas 104 y están configurados para proporcionar elevación para el despegue y aterrizaje vertical. Una pluralidad de propulsores 114 están montados en las alas 104 y son inclinables entre configuraciones de elevación en las que proporcionan una porción de la elevación requerida para el despegue y aterrizaje vertical y el vuelo estacionario, como se muestra en la FIG. 2, y configuraciones de propulsión en las que proporcionan empuje hacia delante a la aeronave 100 para el vuelo horizontal, como se muestra en la FIG. 1. Como es utilizado en el presente documento, una configuración de elevador de propulsor se refiere a cualquier orientación de propulsor en la cual el empuje del propulsor está proporcionando primariamente elevación a la aeronave y la configuración de propulsión de propulsor se refiere a cualquier orientación de propulsor en la cual el empuje del propulsor está proporcionando primariamente empuje hacia adelante a la aeronave.

Las varias realizaciones, los rotores 112 son configurados para proporcionar la elevación sólo, con toda la propulsión que es proporcionada sea los propulsores. Consecuentemente, los rotores 112 están posicionados de forma fija. Durante el despegue y el aterrizaje, los propulsores 114 son inclinados para elevar configuraciones en las que su empuje está dirigido hacia abajo para proporcionar elevación adicional.

Para el vuelo de avance, los propulsores 114 se inclinan desde sus configuraciones para elevar a sus configuraciones para propulsar. En otras palabras, el paso de los propulsores 114 varía desde un paso en el que el empuje del propulsor está dirigido hacia abajo para elevar durante el despegue y aterrizaje vertical y durante el vuelo estacionario a un paso en el que el empuje del propulsor está dirigido hacia atrás para proporcionar empuje hacia delante a la aeronave 100. Los propulsores se inclinan sobre ejes 118 que son perpendiculares a la dirección de avance de la aeronave 100. Cuando la aeronave 100 está en pleno vuelo hacia adelante, la sustentación puede ser proporcionada completamente por las alas 104, y los rotores 112 pueden estar apagados. Las aspas 120 de los rotores 112 pueden estar bloqueadas en posiciones de baja resistencia aerodinámica para el vuelo de crucero de la aeronave. De acuerdo con la invención, los rotores 112 tienen más de dos aspas. En algunas realizaciones, los propulsores 114 incluyen más aspas 116 que los rotores 112. De acuerdo con varias realizaciones, los propulsores 114 pueden tener de 2 a 5 aspas.

De acuerdo con diversas realizaciones, la aeronave incluye sólo un ala 104 a cada lado del fuselaje 102 (o un ala única que se extiende a lo largo de toda la aeronave) y al menos una porción de los rotores 112 están situados hacia atrás de las alas 104 y al menos una porción de los propulsores 114 están situados hacia delante de las alas 104. En algunas realizaciones, todos los rotores 112 están situados hacia atrás de las alas 104 y todos los propulsores 114 están situados hacia delante de las alas 104. En algunas realizaciones, todos los rotores 112 y los propulsores 114 están montados en las alas, es decir, no hay rotores ni propulsores montados en el fuselaje. En algunas realizaciones, todos los rotores 112 están situados hacia atrás de las alas 104 y todos los propulsores 114 están situados hacia delante de las alas 104. De acuerdo con algunas realizaciones, todos los rotores 112 y los propulsores 114 están posicionados hacia el interior de las puntas de las alas 109.

De acuerdo con diversas realizaciones, los rotores 112 y los propulsores 114 están montados a las alas 104 mediante los brazos 122. Los brazos 122 pueden estar montados debajo de las alas 104, encima de las alas, y/o pueden estar integrados en el perfil de las alas. De acuerdo con varias realizaciones, un rotor 112 y un propulsor 114 están montados a cada brazo 122. El rotor 112 puede ser montado a un extremo posterior de la pluma 122 y un propulsor 114 puede ser montado a un extremo frontal de la pluma 122. En algunas realizaciones, el rotor 112 está montado en una posición fija en la pluma 122. En algunas realizaciones, el propulsor 114 está montado a un extremo frontal de la pluma 122 a través de un abisagrado 124. El propulsor 114 puede estar montado a la pluma 122 tal que el propulsor 114 está alineado con el cuerpo de la pluma 122 cuando está en su configuración de propulsión, formando una extensión continua del extremo frontal de la pluma 122 que minimiza la resistencia para el vuelo hacia delante.

De acuerdo con varias realizaciones, la aeronave 100 puede incluir solamente un ala en cada lado de la aeronave 100 o un ala única que se extiende a través de la aeronave. De acuerdo con algunas realizaciones, la al menos un ala 104 es un ala alta montada a un lado superior del fuselaje 102. De acuerdo con algunas realizaciones, las alas incluyen superficies de control, tales como flaps y/o alerones. De acuerdo con algunas realizaciones, las alas pueden tener puntas de ala curvadas 109 para reducir la resistencia durante el vuelo hacia delante.

En algunas realizaciones, los estabilizadores traseros 106 incluyen superficies de control, tales como uno o más timones, uno o más elevadores, y/o uno o más timones-elevadores combinados. El ala o alas pueden tener cualquier diseño conveniente. En algunas realizaciones, las alas tienen un borde delantero cónico 123, como se muestra, por ejemplo, en la realización de la FIG. 1. En algunas realizaciones, las alas tienen un borde de salida cónico 125, como se muestra en la realización de la FIG. 3. En las realizaciones de la FIG. 3, las alas tienen un borde delantero 127 sustancialmente recto en la sección central de las alas 104. En las realizaciones de la FIG. 3, las alas tienen un borde delantero 127 sustancialmente recto en la sección central de las alas 104.

La aeronave 100 puede incluir al menos una puerta 110 para la entrada y salida de pasajeros. En las realizaciones ilustradas, la puerta 110 está ubicada por debajo y por delante de las alas 104.

De acuerdo con varias realizaciones, los rotores 112 y propulsores 114 están posicionados y configurados para minimizar

el daño que puede ocurrir debido al fallo de las aspas (comúnmente referido como rotura del rotor). Las FIGS. 3-6 muestran las ubicaciones y orientaciones relativas de las aspas del rotor y del propulsor durante su utilización, de acuerdo con algunas realizaciones. Las posiciones de las aspas durante rotaciones completas se ilustran mediante discos. Cada uno de los propulsores tiene dos discos, uno para elevar y otro para propulsar. Las configuraciones del rotor y del propulsor a la izquierda y a la derecha de la aeronave son imágenes especulares y, por lo tanto, las configuraciones de los rotores y propulsores de un solo lado de la aeronave se discuten a continuación.

Como se ilustra en la vista superior de la FIG. 4, los propulsores 114 pueden estar escalonados en la dirección adelante-atrás tal que el plano de rotación de los propulsores en sus configuraciones de propulsión no es coplanar. En las realizaciones ilustradas, el propulsor 114a más interior está adelantado con respecto a los otros propulsores. En algunas realizaciones, los propulsores 114a más internos están situados por delante del compartimento de pasajeros o de la ubicación más adelantada de los pasajeros en el compartimento de pasajeros para asegurar que una aspa rota no pueda entrar en el compartimento de pasajeros y lesionar a un pasajero. En algunas realizaciones, al menos dos propulsores en el mismo lado de la aeronave están alineados de tal manera que sus planos de rotación de pala son coplanares.

De acuerdo con algunas realizaciones, los rotores 112 están en posiciones escalonadas hacia delante y hacia atrás. En algunas realizaciones, los rotores 112a más internos están posicionados hacia atrás de los otros rotores. En algunas realizaciones, al menos una porción de los rotores 112 están alineados en la dirección adelante-atrás.

En algunas realizaciones, al menos uno de los rotores 112 y/o propulsores 114 está inclinado con respecto a al menos otro rotor 112 y/o propulsor 114. Como se utiliza en el presente documento, el peralte se refiere a una orientación relativa del eje rotacional del rotor/propulsor alrededor de una línea que es paralela a la dirección adelante-atrás, análoga al grado de libertad de balanceo de la aeronave. El peralte de los rotores y/o propulsores puede ayudar a minimizar los daños causados por el estallido del rotor, orientando el plano de rotación de los discos del rotor/propulsor (las aspas más la parte del rotor en la que están montadas las aspas) de manera que no se crucen con partes críticas de la aeronave (tales áreas del fuselaje en las que puede haber personas, sistemas críticos de control de vuelo, baterías, rotores/propulsores adyacentes, etc.) u otros discos del rotor, y puede proporcionar un mejor control de la guiñada durante el vuelo. En algunas realizaciones, un ángulo de peralte de cualquier rotor o propulsor es tal que un disco de ruptura respectivo no se intersectará con pasajeros o un piloto. En algunas realizaciones, un ángulo de peralte de cualquier rotor o propulsor es tal que un disco de ráfaga respectivo no se cruzará con ningún componente crítico para el vuelo. (Como se utiliza en el presente documento, un componente crítico es cualquier componente cuyo fallo contribuiría o causaría una condición de fallo que impediría la continuación del vuelo controlado y el aterrizaje de la aeronave). La vista frontal de la FIG. 5 ilustra mejor el peralte de los rotores y propulsores, de acuerdo con algunas realizaciones. Se proporciona un eje de rotación 130a para el propulsor 114a más interno en su configuración para elevar, para ilustrar el ángulo de inclinación del propulsor 114a. El peralte de los propulsores 114 resulta en que los planos de rotación de sus aspas están en ángulo en relación con la horizontal, como se ilustra, por ejemplo, por el disco 132a que no es horizontal. El ángulo de peralte ilustrado 136a medido desde la vertical 138 es de alrededor de 12 grados, pero puede ir de 0 a 30 grados en cualquier dirección. En las realizaciones ilustradas, el propulsor más exterior 114c está peraltado en la misma cantidad y en la misma dirección que el propulsor más interior 114a y el propulsor intermedio 114b está peraltado en la misma cantidad pero en la dirección opuesta que los propulsores más interior y exterior 114a, c tal que el eje rotacional 130a del propulsor 114a es paralelo al eje rotacional 130c del propulsor 114c pero no paralelo al eje rotacional 130b del propulsor 114b. Sin embargo, esto es meramente un ejemplo del peralte relativo de los propulsores y se entenderá para una persona experta en la materia que cualquier combinación adecuada de peralte de los propulsores (incluido el no peralte) puede ser utilizado de acuerdo con las características de rendimiento deseadas de la aeronave.

Los rotores 112 también pueden estar peraltados de cualquier manera y combinación convenientes. En algunas realizaciones, los rotores 112 están peraltados de acuerdo con un correspondiente propulsor. Por ejemplo, el rotor 112a más interior está peraltado en la misma medida y en la misma dirección que el propulsor 114a más interior, como puede verse comparando el disco de aspas 134a más interior con el disco de aspas 132a más interior. Similarmente, los rotores 112b y 112c están peraltados similarmente a los correspondientes propulsores 114b y 114c, respectivamente. Nótese que en la FIG. 5, el disco de aspas del rotor más interno 134a no está representado como una línea recta debido a que el rotor más interno 112a está orientado con una inclinación hacia atrás como se discute a continuación. Cualquier combinación conveniente de peralte y/o no peralte de los rotores entre sí y con respecto a los propulsores puede ser utilizada para conseguir las características de desempeño deseadas.

La vista lateral de la FIG. 6 ilustra la relativamente pequeña inclinación hacia atrás del rotor más exterior 112c, de acuerdo con la realización ilustrada. El eje rotacional 140c del rotor 112c está inclinado hacia atrás desde la vertical 142 por un ángulo 144c, que puede ir desde arriba hasta 15 grados en cualquier dirección. La ligera inclinación hacia atrás del rotor 112c puede ayudar con la estabilidad de la aeronave y el control de guiñada. La FIG. 6 también ilustra el rango de inclinación al menos del propulsor más exterior 114c, de acuerdo con algunas realizaciones. El propulsor más exterior 114c puede posicionarse desde una posición recta ilustrada por el eje de rotación horizontal 146c del propulsor 114c en su configuración de propulsión a una posición justo después (por ejemplo, menos de 10 grados después) de la vertical 148 como se ilustra por el eje de rotación 150c del propulsor 114c en su configuración de elevación, de tal manera que el propulsor 114c tiene un rango de inclinación 151c de alrededor de 100 grados. De acuerdo con varias realizaciones, cada uno de los propulsores 114 tiene un rango de más de 90 grados.

- Las FIGS. 7 y 8 ilustran las ubicaciones de las alas, rotores y propulsores en relación con una persona en tierra, de acuerdo con algunas realizaciones. La aeronave 100 puede ser configurada de modo que la parte inferior 152a del propulsor 114a más interno esté ubicado por encima de la cabeza de una persona que se encuentra en el suelo junto al fuselaje (por ejemplo, preparándose para entrar en la aeronave) cuando la aeronave 100 está soportada por su tren de aterrizaje 154 en el suelo. Ubicar las alas en posiciones altas en la porción superior del fuselaje 102 puede asegurar el máximo espacio para la cabeza de las personas que entran y salen de la aeronave. Las FIGS. 7 y 8 también muestran una persona sentada en la cabina del fuselaje para ilustrar el tamaño relativo de la aeronave, de acuerdo con algunas realizaciones.
- De acuerdo con algunas realizaciones, los rotores 112 y los propulsores 114 se potencian mediante energía eléctrica. Baterías para potenciar los rotores 112 y propulsores 114 pueden estar ubicadas en cualquier ubicación conveniente de la aeronave, incluyendo en el fuselaje y/o las alas. El número y la potencia de los rotores y propulsores pueden ser seleccionados mediante los parámetros de desempeño deseados (por ejemplo, carga útil objetivo, velocidad del aire y altitud). De acuerdo con algunas realizaciones, la potencia máxima de uno o más de los rotores y propulsores es de 500 kilovatios o menos, preferiblemente 200 kilovatios o menos, más preferiblemente 150 kilovatios o menos. De acuerdo con algunas realizaciones, la potencia máxima de uno o más de los rotores y propulsores es de al menos 10 kilovatios, preferiblemente de al menos 20 kilovatios, más preferiblemente de al menos 50 kilovatios. El número de propulsores puede ir desde un mínimo de 2 (uno a cada lado de la aeronave) hasta un máximo de 24 (12 a cada lado de la aeronave). Preferiblemente, el número de propulsores oscila entre 4 y 8. El número de rotores puede oscilar entre 2 y 24, y preferiblemente se encuentra en el rango de 4 a 8. La aeronave puede tener un número equivalente de rotores y propulsores, un número mayor de propulsores o un número mayor de rotores.
- Las aeronaves de acuerdo con los principios discutidos anteriormente pueden ser configuradas para portar hasta 10 personas, preferiblemente hasta 6 personas, y más preferiblemente hasta 4 personas. De acuerdo con algunas realizaciones, la aeronave está configurada para ser pilotada e incluye controles de pilotaje. En algunas realizaciones, la aeronave está configurada para operar de forma autónoma sin piloto a bordo.
- De acuerdo con algunas realizaciones, la aeronave está configurada para transportar hasta 6 personas (por ejemplo, un piloto y hasta 5 pasajeros) hasta 120 km (75 millas) a una velocidad de crucero de hasta 241 km/h (150 millas por hora) a una altitud de hasta 914 metros (3000 pies) sobre el suelo. En algunas realizaciones, la aeronave está configurada para 5 personas, tal como un piloto y cuatro pasajeros. De acuerdo con varias realizaciones, el rango máximo con una sola carga de batería es de 40 km, 80 km, 120 km, 160 km, 320 km (25 millas, 50 millas, 75 millas, 100 millas, 200 millas).
- De acuerdo con varias realizaciones, los rotores 112 y/o propulsores 114 están configurados para tener una velocidad de punta relativamente baja para disminuir la cantidad de ruido generado por la aeronave. En algunas realizaciones, la velocidad de punta de las hojas del rotor es de alrededor de 0,4 Mach en vuelo estacionario. De acuerdo con varias realizaciones, el diámetro de las aspas del rotor y/o del propulsor está en el rango de 1 a 5 metros, preferiblemente en el rango de 1,5 a 2 metros.
- De acuerdo con varias realizaciones, la envergadura es del rango de 10 a 20 metros, preferiblemente del rango de 15 a 16 metros. De acuerdo con varias realizaciones, la longitud de la aeronave está en el rango de 3 a 20 metros, preferiblemente en el rango de 5 a 15 metros, más preferiblemente en el rango de 6 a 10 metros.
- De acuerdo con varias realizaciones, la aeronave es operada durante el despegue y el aterrizaje posicionando los propulsores en configuraciones de elevación y proporcionando la elevación requerida a la aeronave mediante la elevación combinada proporcionada por los rotores y los propulsores. De acuerdo con varias realizaciones, durante el despegue y aterrizaje vertical y/o en vuelo estacionario, los propulsores pueden ser mantenidos en configuraciones de elevación predeterminadas que pueden ser las mismas para todos los propulsores o diferentes para diferentes propulsores. De acuerdo con varias realizaciones, la inclinación de al menos algunos de los propulsores puede ajustarse activamente durante el despegue y el aterrizaje y/o el vuelo estacionario para proporcionar la estabilidad y/o maniobra requeridas. De acuerdo con algunas realizaciones, la inclinación de al menos un propulsor es controlada activamente por el controlador de vuelo durante el despegue, aterrizaje y/o vuelo estacionario para generar momentos de guiñada.
- De acuerdo con varias realizaciones, cada rotor y/o cada propulsor puede ser controlado individualmente por el controlador de vuelo de acuerdo con los diversos grados de libertad operacionales. De acuerdo con varias realizaciones, el único grado de libertad del rotor es la velocidad de rotación del rotor. En algunas realizaciones, el ángulo de ataque de las aspas de los rotores puede ser ajustado colectivamente, proporcionando un grado de libertad adicional. De acuerdo con varias realizaciones, los grados de libertad de al menos una porción de los propulsores incluyen la velocidad de rotación de los propulsores, el ángulo de ataque colectivo de las aspas y el grado de inclinación de los propulsores. De acuerdo con diversas realizaciones, cualquiera de estos grados de libertad puede ser controlado activamente por el controlador de vuelo (ya sea de forma autónoma o en respuesta a comandos del piloto) durante el despegue y el aterrizaje con el fin de proporcionar la estabilidad y las maniobras adecuadas.
- Una vez que la aeronave ha alcanzado la altitud suficiente para comenzar el vuelo hacia delante, los propulsores comienzan a inclinarse hacia delante, hacia sus configuraciones de propulsión, de manera que su empuje proporciona una combinación de sustentación y empuje, con una proporción decreciente de sustentación a medida que los propulsores

se inclinan más hacia sus configuraciones de propulsión. Los rotores pueden permanecer activos durante al menos una porción del periodo en el que los propulsores están inclinados hacia delante para continuar proporcionando sustentación basada en el rotor. En cualquier punto después de que la velocidad aerodinámica hacia delante sea lo suficientemente alta como para que las alas proporcionen suficiente sustentación para mantener la altitud de la aeronave, los rotores pueden desactivarse. Como se discutió anteriormente, las aspas del rotor pueden ser posicionadas en una posición de baja resistencia.

Durante el vuelo de crucero, los rotores permanecen desactivados. Las superficies de control de las alas y/o de los estabilizadores traseros pueden utilizarse para maniobrar y estabilizar la aeronave de manera convencional. De acuerdo con algunas realizaciones, la inclinación de al menos algunos de los propulsores puede ser controlada activamente para proporcionar estabilidad adicional y/o control de maniobrabilidad. En algunas realizaciones, la inclinación de al menos algunos de los propulsores es controlada activamente durante el despegue y el aterrizaje y/o el vuelo estacionario. En algunas realizaciones, la inclinación de los propulsores se fija (es decir, no varía) durante el crucero. De acuerdo con algunas realizaciones, la inclinación de los propulsores más externos puede ser controlada activa e independientemente durante el despegue y aterrizaje vertical y/o en vuelo estacionario para proporcionar momentos de guiñada según sea necesario.

La descripción anterior, con el propósito de explicar, se ha descrito con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, los discutidos anteriormente no pretenden ser exhaustivos o limitar la invención a las formas precisas divulgadas. Muchas modificaciones y variaciones son posibles en vista de las enseñanzas anteriores. Las realizaciones se han elegido y descrito para explicar mejor los principios de las técnicas y sus aplicaciones prácticas. Otros expertos en la materia están por lo tanto habilitados para utilizar mejor las técnicas y las varias realizaciones con varias modificaciones que se adaptan a la utilización particular contemplada.

Aunque la divulgación y los ejemplos se han descrito completamente con referencia a las figuras adjuntas, Nótese que varios cambios y modificaciones se harán evidentes para los expertos en la materia. Tales cambios y modificaciones deben ser entendidos como incluidos dentro del alcance de la invención siempre que estén dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una aeronave de despegue y aterrizaje vertical (100) que comprende:
 - 5 un fuselaje (102)
al menos un ala (104) conectada al fuselaje;
una pluralidad de rotores (112) conectados a al menos un ala para proporcionar elevación para el despegue y aterrizaje vertical de la aeronave,
 - 10 en el que la pluralidad de rotores comprende un rotor exterior (112c);
en que cada rotor de la pluralidad de rotores está fijado en posicionar; y
 - 15 una pluralidad de propulsores (114) conectados a al menos un ala y basculantes entre configuraciones de elevación para elevar la aeronave para su despegue y aterrizaje vertical y configuraciones de propulsión para proporcionar empuje de avance a la aeronave,
caracterizado porque cada rotor comprende más de dos aspas (120) y porque un eje rotacional (140c) del rotor más exterior está inclinado hacia atrás o hacia delante en relación con un eje vertical (142) de la aeronave.
- 20 2. La aeronave de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de rotores comprende además un rotor más interior (112a), en el que un eje rotacional del rotor más interior está inclinado hacia atrás o hacia delante en relación con el eje vertical de la aeronave.
- 25 3. La aeronave de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en el que la pluralidad de rotores está hacia atrás del al menos un ala y la pluralidad de propulsores está hacia delante del al menos un ala.
4. La aeronave de la reivindicación 3, que comprende una pluralidad de plumas (122) montadas a la al menos un ala, cada pluma montando un rotor y un propulsor a la al menos un ala.
- 30 5. La aeronave de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que un primer propulsor (114a) está por delante de un segundo propulsor (114b) que es adyacente al primer propulsor.
6. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que cada propulsor tiene más aspas que cada rotor.
- 35 7. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que un primer rotor (112a) de la pluralidad de rotores está peraltado con respecto a un segundo rotor (112b) de la pluralidad de rotores tal que un eje rotacional del primer rotor no es paralelo a un eje rotacional del segundo rotor.
8. La aeronave de la reivindicación 7, en el que un ángulo de peralte del rotor entre el eje rotacional del primer rotor y el eje vertical de la aeronave está comprendido entre 0 grados y 30 grados.
- 40 9. La aeronave de la reivindicación 8, en el que el ángulo de peralte de los rotores es de alrededor de 12 grados.
10. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en la que un primer propulsor (114a) de la pluralidad de propulsores está peraltado con respecto a un segundo propulsor (114b) de la pluralidad de propulsores, tal que un eje rotacional (130a) del primer propulsor no es paralelo a un eje rotacional (130b) del segundo propulsor.
- 45 11. La aeronave de la reivindicación 10, en el que un ángulo de peralte del propulsor (136a) entre el eje rotacional del primer propulsor y el eje vertical de la aeronave está comprendido entre 0 grados y 30 grados.
- 50 12. La aeronave de la reivindicación 11, en el que el ángulo de peralte del propulsor es de alrededor de 12 grados.
13. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende además un sistema de control configurado para alterar activamente una inclinación de al menos un propulsor (114) para generar momentos de guiñada durante el despegue, aterrizaje y/o planeo.
- 55 14. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en el que un rango de inclinación (151c) de los propulsores es superior a noventa grados.
- 60 15. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en el que la pluralidad de propulsores comprende un propulsor más exterior (114c), en el que un rango de inclinación (151 c) del propulsor más exterior es de alrededor de 100 grados.
- 65 16. La aeronave de una cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en la que al menos dos propulsores de la pluralidad de propulsores están en un primer lado de la aeronave, en la que los al menos dos propulsores están alineados tal que sus planos de rotación de las aspas son coplanares.

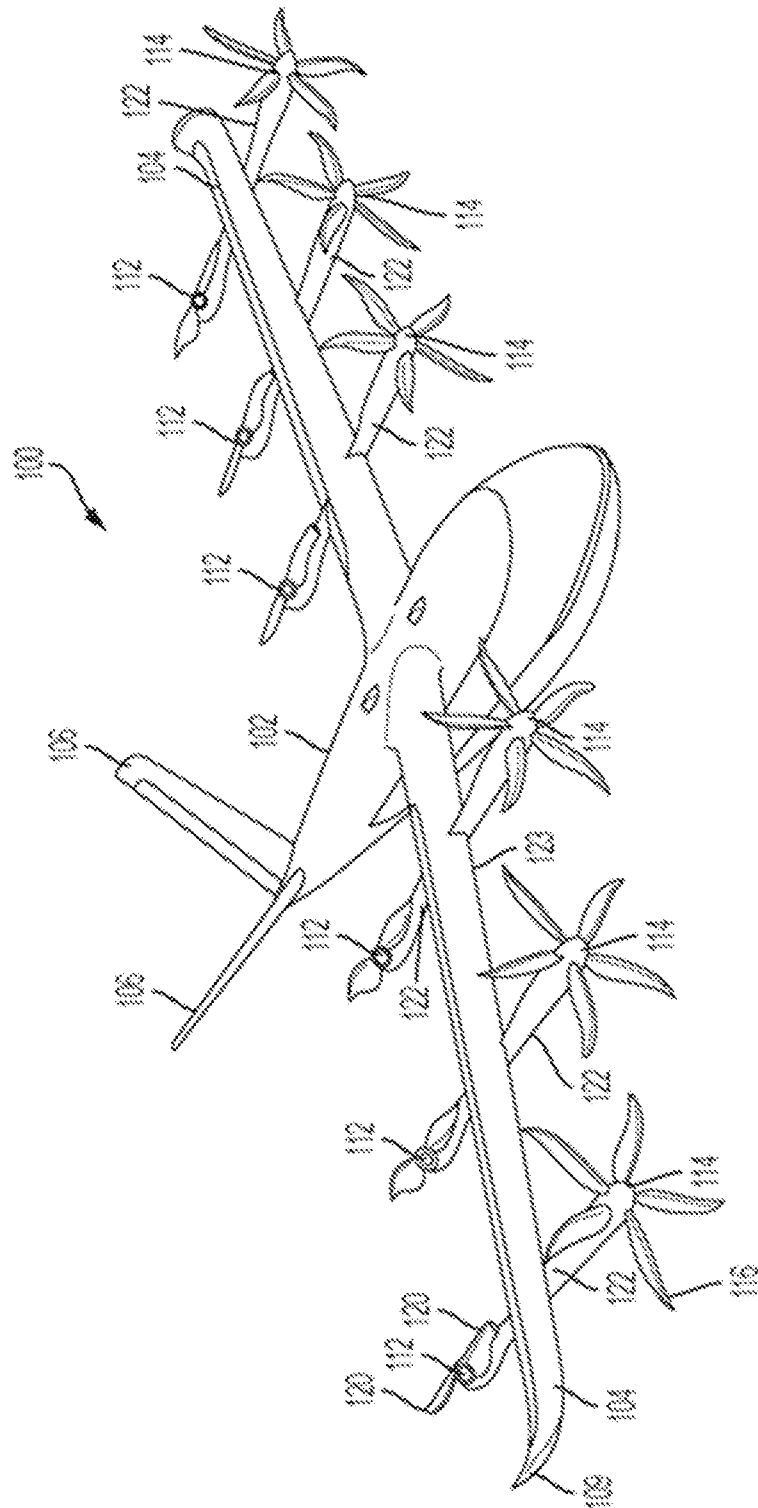


FIG. 1

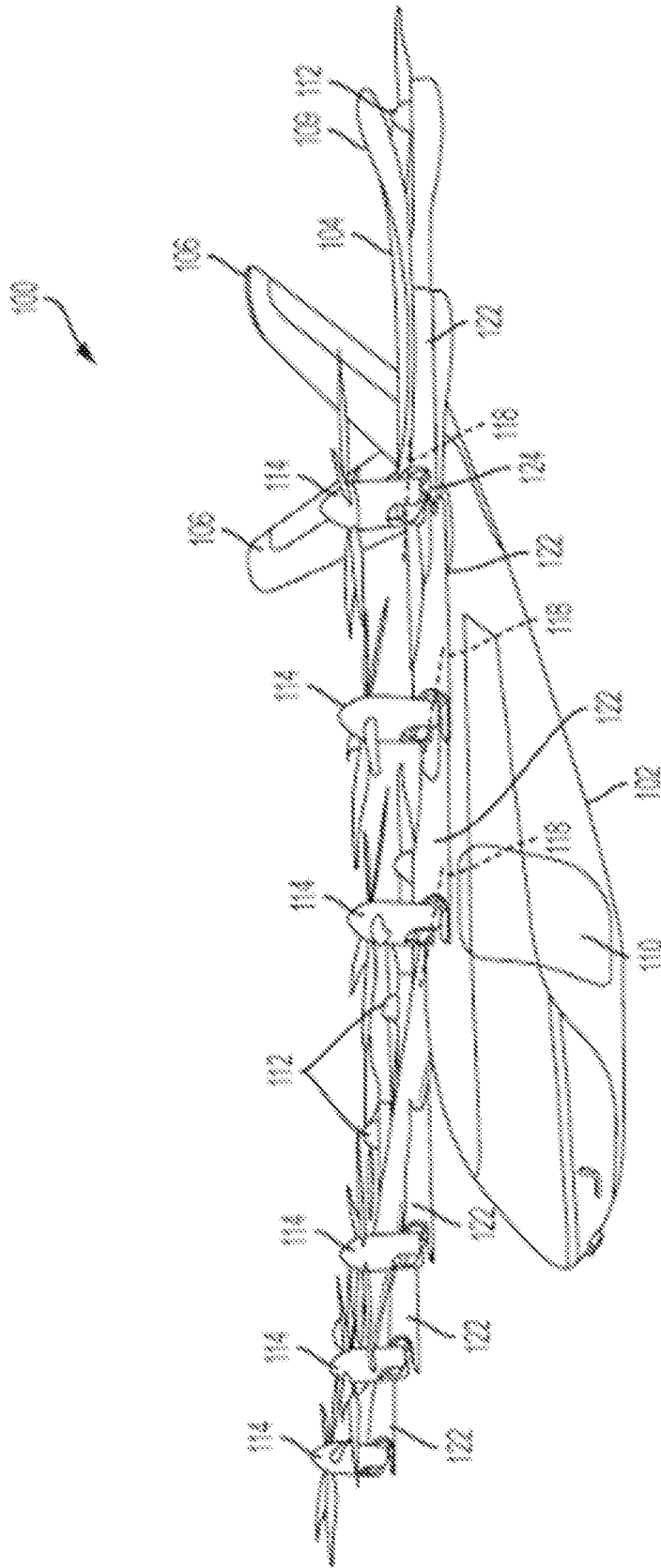


FIG. 2

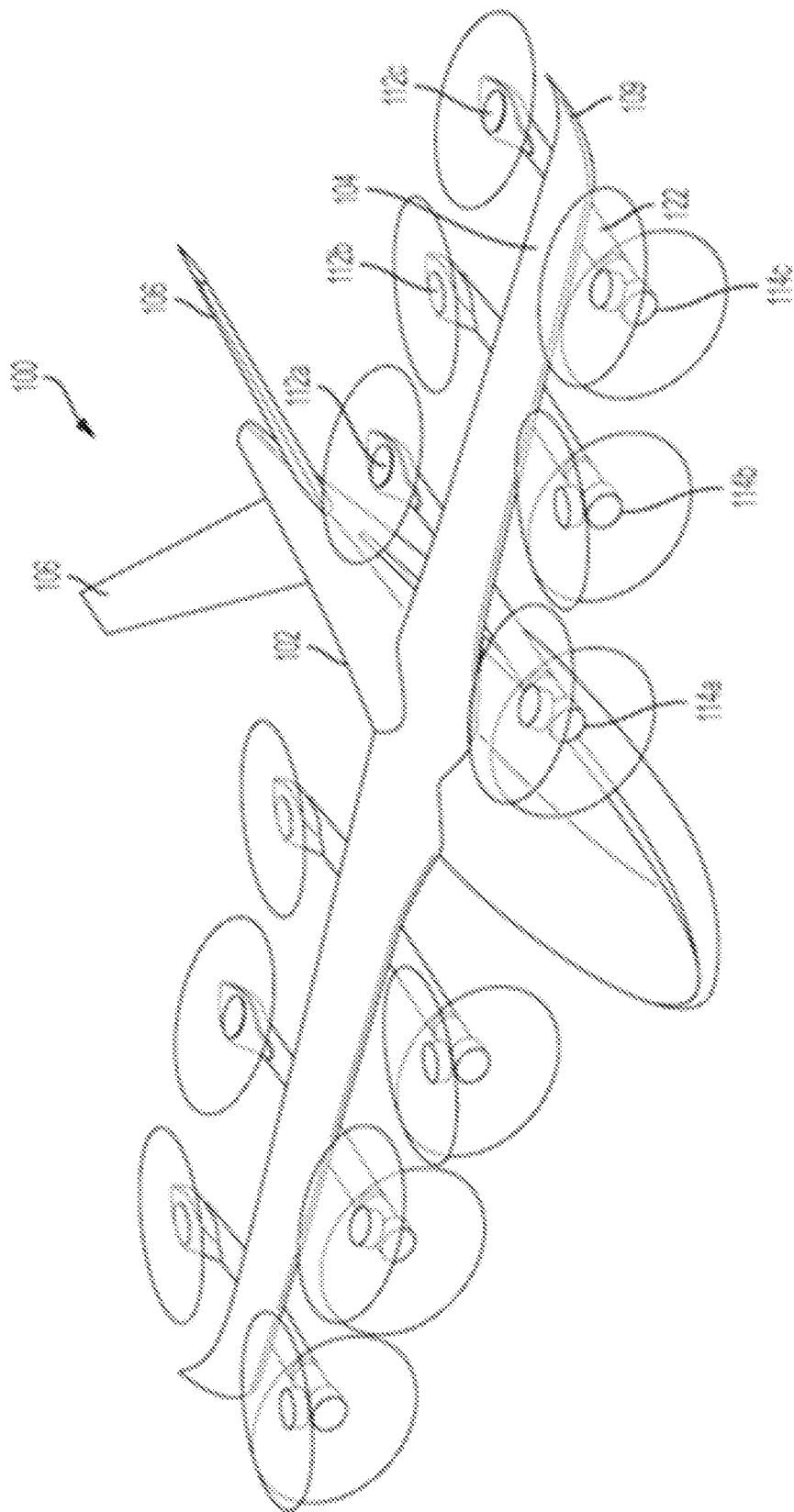


FIG. 3

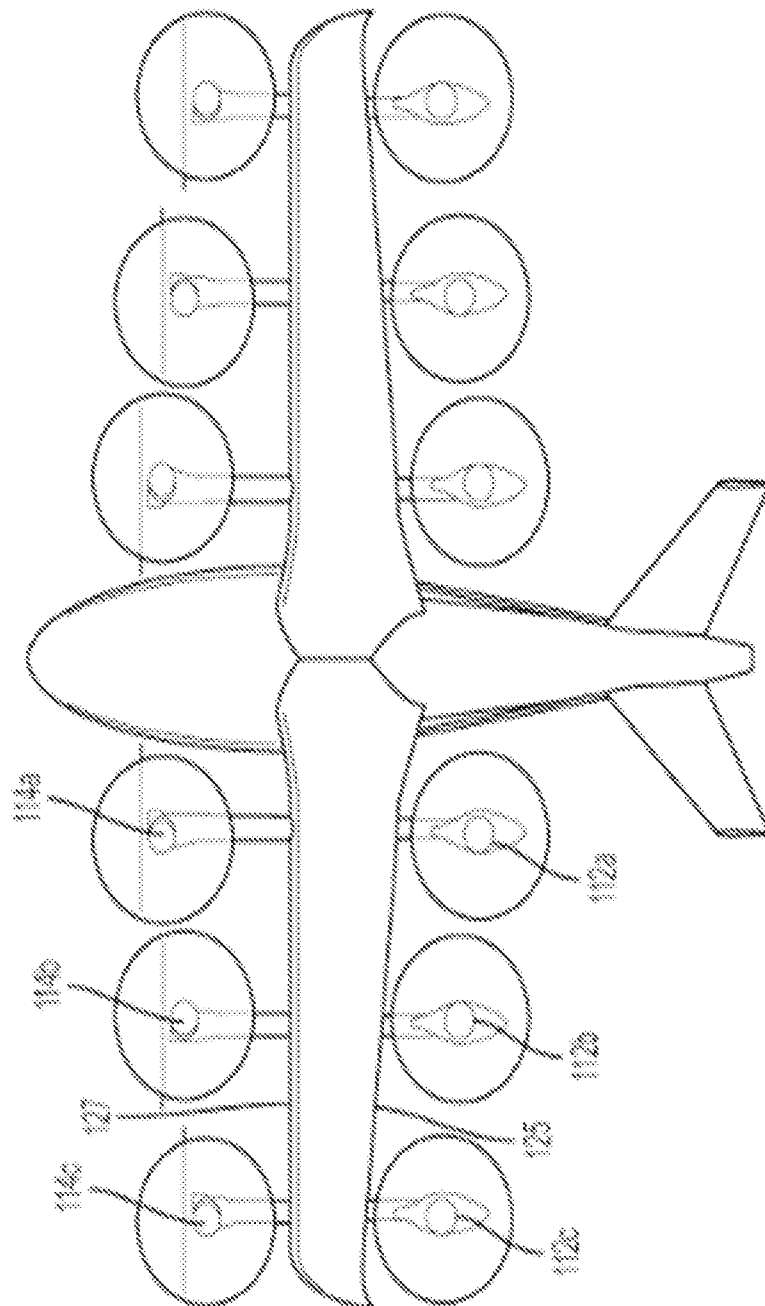


FIG. 4

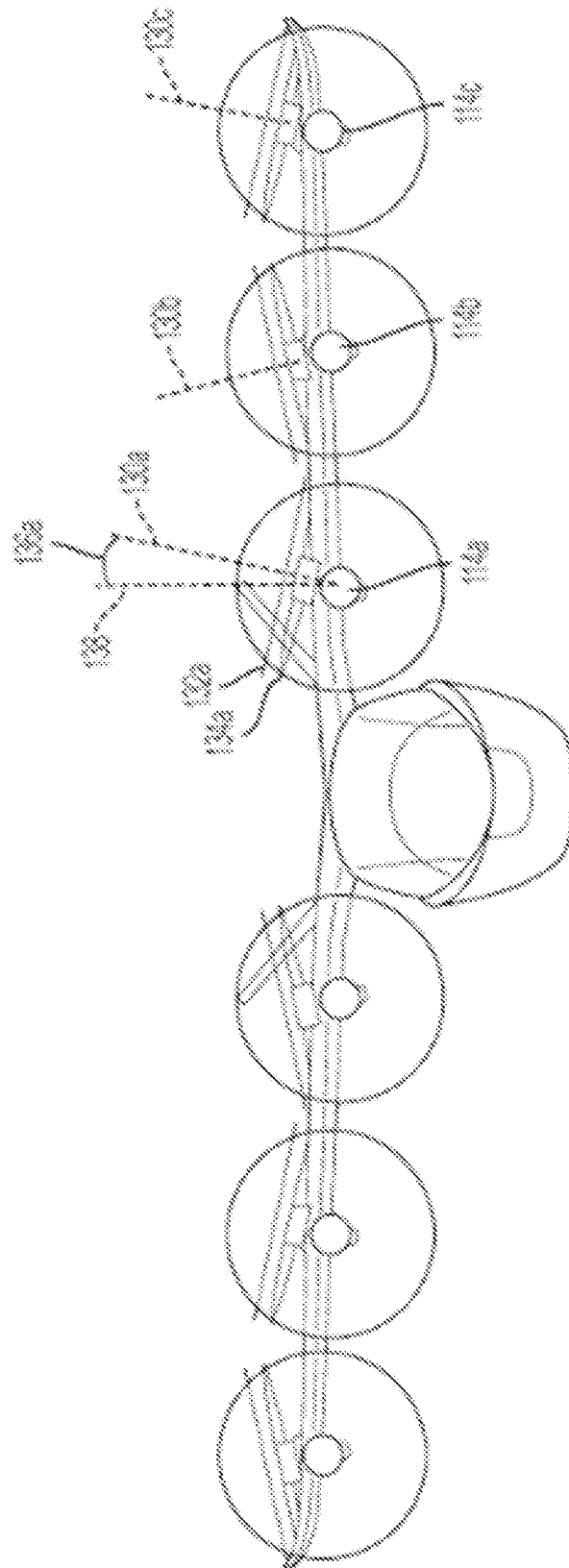
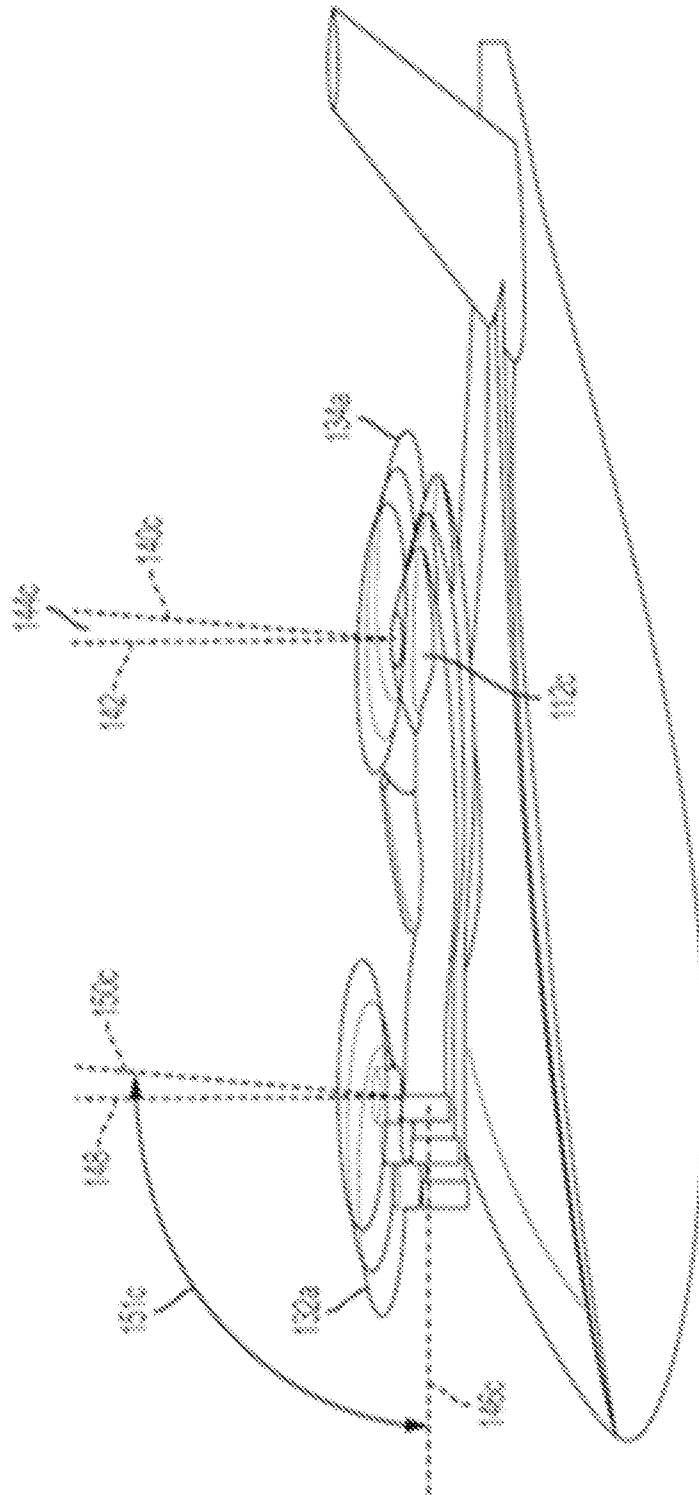


FIG. 5



COLL

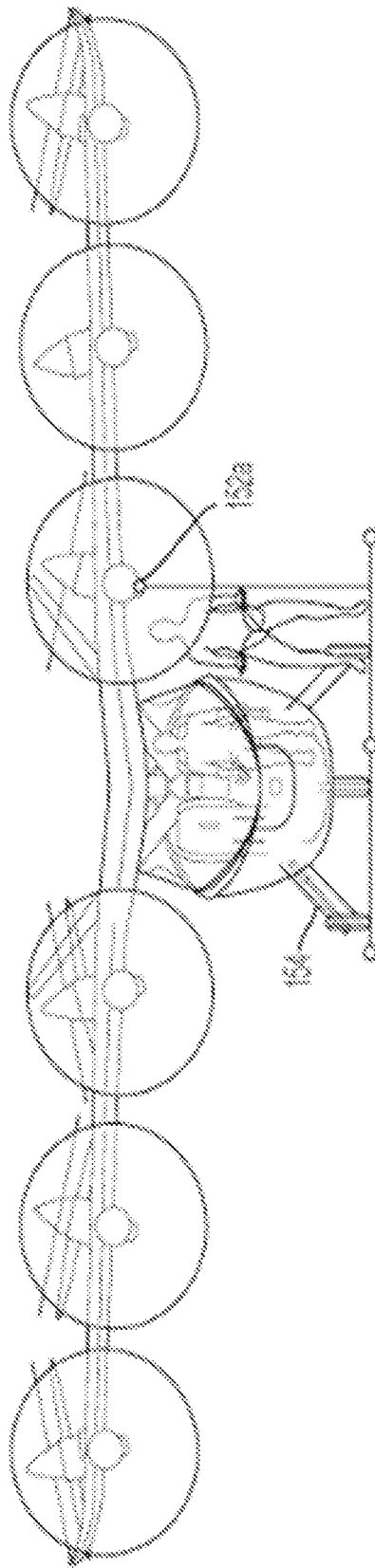


FIG. 7

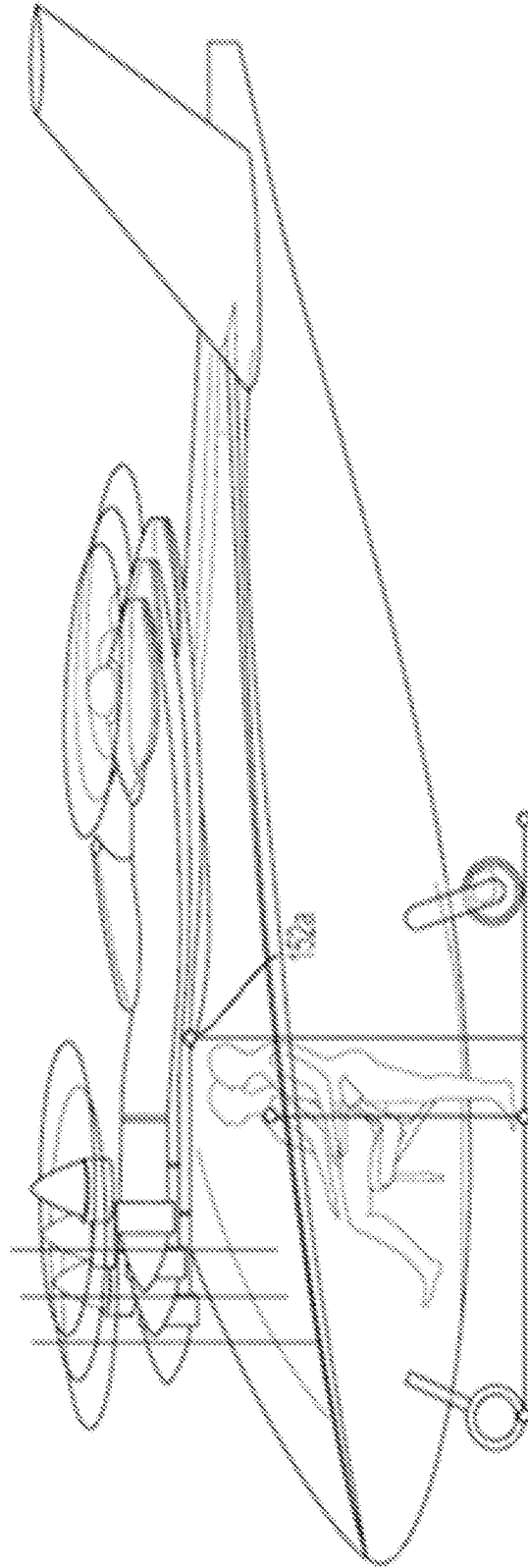


FIG. 8