

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 689**

51 Int. Cl.:

B64C 29/00 (2006.01)

B64C 39/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2016 PCT/EP2016/071339**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2017 WO17042354**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2016 E 16763060 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3347268**

54 Título: **Vehículo aéreo de despegue y aterrizaje vertical**

30 Prioridad:

11.09.2015 US 201514851068

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

18.06.2020

73 Titular/es:

**ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE
LAUSANNE (EPFL) (100.0%)
EPFL-TTO EPFL Innovation Park J
1015 Lausanne, CH**

72 Inventor/es:

**DALER, LUDOVIC;
GARNIER, ARNAUD y
BRIOD, ADRIEN**

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 767 689 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

Vehículo aéreo de despegue y aterrizaje vertical

5 La presente invención se refiere a un vehículo aéreo de despegue y aterrizaje vertical (VTOL, del inglés "vertical take-off and landing").

10 Los vehículos aéreos VTOL generalmente vuelan gracias a un sistema de propulsión (por ejemplo, una o más hélices) que genera una fuerza ascendente (sustentación) para contrarrestar la gravedad. Tales vehículos son capaces de vuelo lento (vuelo estacionario), despegue vertical o aterrizaje vertical, y tienen generalmente un sistema de control para controlar su orientación o dirección con el fin de permanecer en una orientación estable o moverse lateralmente. Cuando el vehículo aéreo no está en una orientación estable, por ejemplo, su sistema de propulsión crea una fuerza que no está apuntando mayormente hacia arriba, el vehículo aéreo puede perder sustentación rápidamente, o ganar velocidad hacia la dirección en la que el sistema de propulsión crea una fuerza.

15 Los vehículos aéreos VTOL que permanecen en vuelo usando un sistema de propulsión y un sistema de control existen en varias configuraciones conocidas en la técnica anterior.

20 Cuando un vehículo aéreo entra en contacto con un obstáculo, pares de fuerzas y fuerzas externas relativamente grandes pueden perturbar la orientación del vehículo aéreo. Aunque el sistema de control de a bordo (mecánico y/o software) podría contrarrestar cierta cantidad de alteraciones y devolver al vehículo aéreo a una orientación estable para volar, tales sistemas de control a menudo son incapaces de corregir rápidamente las grandes alteraciones que se producen después de un contacto con objetos externos. Tales contactos pueden provocar, por lo tanto, grandes perturbaciones de la orientación o la trayectoria del vehículo aéreo, o incluso conducir a un choque contra el suelo. La mayoría de los vehículos aéreos, por lo tanto, se mantienen alejados de obstáculos, para prevenir cualquier contacto con obstáculos. Además, la mayoría de los vehículos aéreos solo pueden despegar desde una orientación de reposo, en la que el sistema de propulsión puede crear una fuerza ascendente, lo que limita su capacidad de despegar desde terreno irregular, o después aterrizar en otras orientaciones.

30 Muchos de los inconvenientes mencionados anteriormente de los vehículos aéreos VTOL son superados por los vehículos aéreos VTOL descritos en el documento WO2014/198774. Los sistemas allí descritos permiten a los vehículos aéreos colisionar con obstáculos mientras que permanecen en una orientación estable la mayor parte del tiempo. Este vehículo de aterrizaje y despegue vertical (VTOL) conocido comprende un armazón interior, un sistema de cardán o mecanismo de desacoplamiento y un armazón exterior. El sistema de cardán permite que el armazón exterior gire pasivamente de manera independiente del armazón interior, lo que reduce las alteraciones provocadas por un contacto con un objeto externo, permite rodar sobre obstáculos y permite despegar desde cualquier orientación. El VTOL permite que la plataforma permanezca en contacto con un obstáculo, ya sea por debajo, lateralmente o por encima de la plataforma, y se mueva con respecto al obstáculo mientras permanece en contacto con él, lo que se describe en esta solicitud como rodar sobre él. El VTOL está configurado como un vehículo aéreo que puede despegar desde cualquier orientación, incluso en terreno irregular.

45 El VTOL según la descripción del documento WO2014/198774 comprende un sistema de propulsión y un sistema de control, siendo capaz el sistema de propulsión de generar una fuerza de sustentación, siendo capaz el sistema de control de controlar la orientación del armazón interior, conectando el sistema de cardán el armazón interior a los armazones exterior e interior, es decir, el armazón exterior con al menos dos ejes de rotación que permiten libertad de rotación entre el armazón exterior para que gire independientemente del armazón interior.

50 Los ejes de rotación están configurados para desacoplar mecánicamente el armazón exterior del armazón interior con el sistema de cardán, de modo que el armazón exterior puede girar pasivamente alrededor del armazón interior. El armazón interior contiene el sistema de propulsión y el sistema de control que mantienen el vehículo aéreo en vuelo generando una fuerza ascendente y rechazando las pequeñas alteraciones, mientras que el armazón exterior impide que los objetos externos toquen el armazón interior y afecten a su orientación. El armazón exterior está configurado geoméricamente para resistir impactos sustanciales y proteger el armazón interior del VTOL, los sistemas de propulsión y los sistemas de control de modo que el VTOL pueda volver a estabilizarse después de los impactos y continuar viajando.

60 El sistema de cardán permite que el armazón exterior gire pasivamente alrededor del armazón interior alrededor de dos o más ejes de rotación. Por lo tanto, algunos o todos los pares de fuerzas aplicados al armazón exterior provocarán su rotación alrededor de estos ejes, pero no afectarán al armazón interior, de modo que el sistema de propulsión permanece en una orientación estable para vuelo estacionario. Un vehículo aéreo configurado según la descripción, por lo tanto, puede colisionar con obstáculos mientras que su armazón interior permanece en una orientación estable, lo que impide que se produzcan grandes inestabilidades o choques del vehículo aéreo cuando el sistema de propulsión experimenta perturbaciones de orientación significativas.

65 Además, como la orientación del armazón interior no se ve limitada cuando el armazón exterior está en contacto con obstáculos, el sistema de control todavía puede hacer que el vehículo se mueva lateralmente, hacia arriba o hacia

abajo mientras el armazón exterior permanece en contacto constante con los obstáculos. Esto permite que el vehículo aéreo vuele hacia diferentes direcciones mientras que permanece en contacto con objetos externos, paredes o techos (en otras palabras, es capaz de rodar sobre obstáculos mientras está en vuelo).

5 El sistema descrito en el documento WO2014/198774 también es útil para despegar desde cualquier orientación: cuando está sobre el terreno, el armazón interior puede girar libremente dentro del armazón exterior y un mecanismo puede, por lo tanto, hacer girar el armazón interior a una orientación apropiada para el despegue (por ejemplo, con la propulsión capaz de generar una fuerza ascendente). La rotación del armazón interior puede lograrse situando el centro de masas del armazón interior de modo que la gravedad tire de él en la orientación deseada, o usando el sistema de control del armazón interior.

10 Sin embargo, existe una necesidad constante de mejorar la estabilidad y facilidad de control de los vehículos aéreos VTOL, especialmente cuando se encuentran con un obstáculo, y al mismo tiempo mantener o mejorar las prestaciones. Las prestaciones mejoradas pueden derivar, por ejemplo, de uno o más de aumentar la autonomía, aumentar la velocidad o aumentar la carga útil. Para ciertas aplicaciones, por ejemplo, aplicaciones de inspección, reducir el tamaño del VTOL mientras que se mantienen las capacidades de inspección (cámaras y sensores de a bordo), las prestaciones y el buen control remoto del VTOL también puede ser un factor importante.

15 En vista de lo anterior, un objeto de la presente invención es proporcionar un vehículo aéreo VTOL con buena estabilidad, prestaciones y facilidad de control.

20 Los objetos de la invención se han logrado proporcionando el vehículo aéreo VTOL según la reivindicación 1.

25 En esta solicitud se describe, según la invención, un vehículo aéreo de despegue y aterrizaje vertical (VTOL), que comprende:

30 un armazón exterior; y
un mecanismo de desacoplamiento; y
un armazón interior conectado al armazón exterior mediante el mecanismo de desacoplamiento, comprendiendo el armazón interior
un sistema de propulsión configurado para generar una fuerza de sustentación;
comprendiendo el mecanismo de desacoplamiento una viga acoplada al armazón interior y que forma un primer eje de rotación, y estando la viga acoplada giratoriamente al armazón exterior mediante un segundo eje de rotación dispuesto de manera sustancialmente ortogonal con respecto al primer eje de rotación.

35 La viga comprende una articulación de rotación ubicada cerca del centro de la viga y el primer eje de rotación está formado por uno o más cojinetes ubicados dentro de la articulación de rotación.

40 En una realización, el armazón interior tiene un centro de masas sustancialmente alineado con cada eje de rotación.

En una realización, el primer eje de rotación es sustancialmente vertical.

En una realización, la viga es no lineal.

45 En una realización, el sistema de propulsión comprende cuatro hélices, al menos partes de dos de las hélices superpuestas.

50 En una realización, el sistema de propulsión comprende cuatro hélices, al menos partes de dos de las hélices superpuestas.

En una realización, la viga está compuesta de dos partes paralelas, estando una de las partes paralelas en alineación axial con un centro de masas del vehículo aéreo VTOL.

55 En una realización, el vehículo aéreo VTOL puede comprender además un anillo acoplado a la viga y el anillo acoplado al armazón exterior en un tercer eje de rotación, siendo el segundo y el tercer eje de rotación sustancialmente ortogonales.

60 En una realización, la viga incluye guías de deslizamiento; y un anillo acoplado a las guías de deslizamiento, girando el anillo en un segundo eje de rotación alrededor de la viga, deslizando además el anillo a través de las guías de deslizamiento en un tercer eje de rotación, siendo ortogonales el segundo y el tercer eje de rotación.

En esta solicitud también se describe un vehículo aéreo de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) que comprende:

65 una jaula protectora exterior;
un armazón interior que comprende medios de propulsión para generar una fuerza de sustentación;
medios de control para controlar la orientación del armazón interior; y

un medio de desacoplamiento para proporcionar al menos dos (2) grados de libertad de rotación del armazón interior con respecto a la jaula protectora exterior.

5 El medio de desacoplamiento puede comprender una viga con superficies deslizantes acoplada a un anillo.

El medio de desacoplamiento puede comprender una viga con superficies deslizantes acoplada a un anillo, teniendo la viga una articulación de rotación ubicada centralmente a lo largo de la viga, proporcionando el medio de desacoplamiento cuatro grados de libertad de rotación.

10 El medio de desacoplamiento puede comprender una viga acoplada a un anillo con articulaciones de rotación en extremos donde la viga interconecta con el anillo, teniendo la viga una articulación de rotación ubicada centralmente a lo largo de la viga, proporcionando el medio de desacoplamiento tres grados de libertad de rotación.

15 El medio de desacoplamiento puede comprender una viga, comprendiendo la viga dos partes sustancialmente paralelas.

Los medios de propulsión pueden comprender cuatro hélices, al menos partes de dos de las cuatro hélices superpuestas.

20 En esta solicitud también se describe un vehículo aéreo de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) que comprende:

un armazón exterior;
un anillo interior acoplado al armazón exterior; una viga acoplada giratoriamente al anillo interior; un sistema de propulsión configurado para generar una fuerza de sustentación; el sistema de propulsión acoplado a la viga mediante un medio de desacoplamiento que proporciona al menos dos grados de libertad de rotación del sistema de propulsión con respecto al anillo interior.

El sistema de propulsión puede comprender hélices que se superponen parcialmente cuando están en movimiento.

30 La viga puede comprender además guías de deslizamiento acopladas al anillo interior para acoplar giratoriamente la viga al anillo interior.

La pluralidad de anillos exteriores pueden no tener grados de libertad de rotación con respecto al anillo interior.

35 El anillo interior puede tener al menos un grado de libertad de rotación con al menos uno de la pluralidad de anillos exteriores.

40 El vehículo aéreo (VTOL) incluye, por lo tanto, un mecanismo de desacoplamiento compuesto de una viga y un anillo. La viga puede estar unida a una articulación de rotación para crear un primer eje de rotación. La articulación de rotación puede estar configurada para proporcionar un segundo eje de rotación sustancialmente ortogonal al primer eje de rotación.

45 La viga puede tener guías de deslizamiento en extremos de la misma que permiten que el anillo deslice a lo largo de la viga, creando un tercer eje de rotación.

La viga puede ser lineal o no lineal dependiendo de la implementación.

50 El armazón interior del vehículo aéreo (VTOL) descrito en esta solicitud puede implementarse dentro de un vehículo aéreo de rotores coaxiales, o cuadirrotor no coaxial, por lo que las hélices del cuadirrotor se superponen entre sí de modo que pueden usarse hélices más grandes dentro de la necesidad de aumentar el tamaño del armazón interior.

El VTOL según la descripción se comprenderá mejor con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

55 la Fig. 1 ilustra partes de un vehículo aéreo que incluyen un mecanismo de desacoplamiento que comprende una viga no recta y un anillo;

la Fig. 2 ilustra un vehículo aéreo que incluye un mecanismo de desacoplamiento que comprende una viga recta con guías de deslizamiento y un anillo, con un sistema de propulsión que comprende una configuración de cuadirrotor;

60 la Fig. 3 ilustra una vista en perspectiva de un vehículo aéreo que tiene un mecanismo de desacoplamiento que incluye la viga, con un sistema de propulsión que comprende una configuración de hélice coaxial;

la Fig. 4(a) ilustra una vista en perspectiva de la viga lineal de mecanismo de desacoplamiento;

la Fig. 4(b) ilustra una vista en perspectiva de la viga no lineal de mecanismo de desacoplamiento;

la Fig. 4(c) ilustra una vista en despiece ordenado de la configuración de mecanismo de desacoplamiento que incluye la viga que tiene guías de deslizamiento y el anillo;

65 las Figs. 5(a) a 5(e) ilustran diversas vistas en despiece ordenado de configuraciones de mecanismo de desacoplamiento que incluyen la viga según la descripción; y las Figs. 6(a) a 6(d) ilustran vistas en planta de

vehículos aéreos coaxiales y cuadrirrotores que tienen configuraciones de hélices superpuestas en relación con diversos mecanismos de desacoplamiento.

5 Un vehículo aéreo según la descripción comprende un armazón exterior desacoplado mecánicamente de un armazón interior con un sistema de cardán, de modo que el armazón exterior puede girar pasivamente alrededor del armazón interior. El armazón interior contiene el sistema de propulsión y el sistema de control que mantienen el vehículo aéreo en vuelo generando una fuerza ascendente y rechazando las pequeñas alteraciones, mientras que el armazón exterior impide que los objetos externos toquen el armazón interior y afecten a su orientación. El sistema de cardán permite que el armazón exterior gire pasivamente alrededor del armazón interior alrededor de uno o más ejes de rotación y no necesita ser accionado o controlado activamente (por ejemplo, con motores).

15 En los vehículos aéreos convencionales, la estructura protectora (si existe) está unida rígidamente a los sistemas de propulsión y control. El contacto con un objeto externo generará, por lo tanto, un par de fuerzas y, por lo tanto, una rotación de todo el vehículo aéreo, incluyendo el sistema de propulsión. Esto podría tener un fuerte impacto sobre la capacidad del vehículo aéreo de permanecer estable en el aire porque el sistema de propulsión ya no podría generar una fuerza mayormente ascendente, y en cambio propulsar el vehículo aéreo lateralmente mientras pierde altitud. Sin embargo, desacoplar el armazón interior del armazón exterior con un sistema de cardán permite que el armazón interior permanezca independiente de la rotación del armazón exterior. El contacto con un objeto externo generará, por lo tanto, una rotación del armazón exterior, mientras que el armazón interior y el sistema de propulsión permanecen en una orientación estable.

20 Cuando dos ejes de un sistema de cardán están alineados entre sí, pierde un grado de libertad, y el armazón interior ya no está totalmente desacoplado del armazón exterior. Esta situación, denominada bloqueo de cardán, podría impedir que el sistema de cardán reduzca las alteraciones debidas a un contacto con un objeto externo, especialmente si se pierde un eje de rotación en el plano horizontal, ya que los ejes de cabeceo y alabeo son los más críticos para mantener la fuerza de sustentación producida por el sistema de propulsión mayormente hacia arriba. Las soluciones a este problema incluyen: añadir un cardán o grado de libertad y/o accionar algunos cardanes para controlar su posición lejos de un bloqueo de cardán, añadir elementos de repulsión o de atracción como imanes con el fin de favorecer la posición de los cardanes lejos de un bloqueo de cardán. Si se usan actuadores, estos deberían ser reversibles o capaces de ser desactivados de modo que permitan la rotación libre con bajo rozamiento cuando se produzca una colisión.

25 Los mecanismos de desacoplamiento como se describen en esta solicitud son aparatos mecánicos que proporcionan uno o más grados de libertad de rotación del armazón exterior con respecto al armazón interior o los componentes (por ejemplo, el anillo interior, la viga y otras estructuras como se describen en esta solicitud). Las libertades de rotación son a lo largo de ejes de rotación, que son generados típicamente por articulaciones de rotación mecánicas o por otros medios mecánicos como se describe.

30 Las Figs. 1 y 2 ilustran realizaciones de un vehículo aéreo 1500 según la presente descripción. El vehículo aéreo 1500 incluye hélices 1502 que generan fuerzas de propulsión para mover el vehículo aéreo 1500, y un sistema de control/bloque de electrónica 1504 que incluye, por ejemplo, electrónica usada para controlar el vehículo aéreo 1500, una fuente de energía, por ejemplo, una batería, y una carga útil (por ejemplo, una cámara u otra instrumentación). El sistema de control 1504 puede estar ubicado encima de una viga 1506 o una articulación de rotación 1510 descritas a continuación y el sistema de propulsión puede estar ubicado debajo de la viga 1506. El vehículo aéreo 1500 también incluye un mecanismo de desacoplamiento que incluye la viga 1506 y un anillo 1508. La viga 1506 tiene una articulación de rotación 1510 ubicada cerca del centro de la viga 1506. La articulación de rotación 1510 puede estar configurada para proporcionar al menos dos ejes de rotación, ilustrados como A-A y B-B (vistos mejor en la Fig. 2). El primer y el segundo eje de rotación A-A, B-B pueden ser sustancialmente perpendiculares/ortogonales, y son preferentemente perpendiculares/ortogonales entre sí. El segundo eje de rotación B-B puede ser sustancialmente coaxial a una longitud de la viga 1506, mientras que el primer eje de rotación A-A puede estar sustancialmente perpendicular con la viga 1506.

35 Como se ilustra, la viga 1506 puede ser no recta/no lineal (como se ilustra en la Fig. 1) o recta (como se ilustra en la Fig. 2). Cuando la viga 1506 es no lineal, un centro de masas 1512 del armazón interior está ubicado encima de la articulación de rotación 1510 a lo largo del eje de rotación B-B. El desplazamiento de la articulación giratoria 1510 desde un plano que comprende el segundo eje de rotación B-B y ortogonal al primer eje de rotación A-A se representa como 1514. Por ejemplo, el eje de rotación B-B puede crearse mediante uno o más cojinetes que interactúan con la viga 1506 para permitir que la viga 1506 gire. El primer eje de rotación A-A puede crearse mediante uno o más cojinetes ubicados dentro de la articulación de rotación 1510 que permiten la rotación de uno o más elementos del armazón interior. La viga no recta puede acomodar armazones interiores de formas arbitrarias, y permite más libertad para la colocación de componentes en el armazón interior, típicamente mientras que garantiza que el centro de masas (COM, del inglés "center of mass") del armazón interior esté mayormente alineado con los ejes de rotación.

40 Con referencia específica a la Fig. 2, se describe una viga 1506 que tiene guías de deslizamiento 1602. Las guías de deslizamiento 1602 deslizan libremente a lo largo del anillo 1508. Las guías de deslizamiento 1602 pueden incluir uno o más cojinetes ubicados en las mismas que permiten que el anillo 1508 se mueva fácilmente a través de las guías

de deslizamiento 1602. Alternativamente, el movimiento del anillo a través de las guías de deslizamiento puede facilitarse mediante una implementación que usa materiales con un bajo coeficiente de rozamiento. El uso de las guías de deslizamiento 1602 en la viga 1506 crea un eje de rotación adicional C-C. Esto da como resultado que el vehículo aéreo 1500 tenga un total de tres ejes de rotación A-A, B-B, C-C. Dicho de otra manera, el uso de las guías de deslizamiento 1602 en la viga 1506 da como resultado que el armazón interior tenga tres grados de libertad. Un armazón exterior 1604 puede estar acoplado de manera móvil al armazón interior. Acoplar el armazón exterior 1604 al mecanismo de desacoplamiento puede incluir el uso de uno o más cojinetes. Además, el armazón exterior 1604 puede estar acoplado indirectamente al anillo 1508 del mecanismo de desacoplamiento. Aunque se ha descrito que las guías de deslizamiento 1602 pueden implementarse en la viga recta 1506, un experto en la materia debería apreciar que las guías de deslizamiento 1602 pueden implementarse en la viga no lineal 1506 sin apartarse del alcance de la presente descripción.

La Fig. 3 ilustra el vehículo aéreo 1500 que tiene un mecanismo de desacoplamiento compuesto de la viga 1506 y el anillo 1508. El vehículo aéreo incluye dos hélices 1502 y el sistema de control/bloque de electrónica 1504. Entre las hélices 1502 y el sistema de control 1504 está la articulación de rotación 1510 y debajo del sistema de control 1504 están las superficies de control 1702. Las superficies de control 1702 pueden estar compuestas de dos pares, incluyendo cada par de superficies de control 1702 dos superficies de control paralelas 1702. Las superficies de control 1702 controlan el movimiento de cabeceo y el movimiento de alabeo del vehículo aéreo 1500.

Las Figs. 4(a) y 4(b) ilustran la viga 1506 según la presente descripción en configuraciones alternativas, como se describe en relación con las Figs. 2 y 1, respectivamente. La viga 1506 puede ser lineal (ilustrada en la Fig. 4(a)) o no lineal (Fig. 4(b)). La viga no lineal 1506 tiene cuatro curvas (dos pares) ubicadas en la misma. Por ejemplo, las dos curvas 1802 más cercanas a la articulación de rotación 1510 pueden curvarse sustancialmente a 90° en la misma dirección y las dos curvas 1804 más alejadas de la articulación de rotación 1510 pueden curvarse sustancialmente a 90°, dando como resultado que la viga 1506 tenga dos partes sustancialmente paralelas. El eje de rotación B-B de la viga curvada 1506 corre a través de las partes lineales distales de la articulación de rotación 1510. Pueden implementarse uno o más cojinetes dentro de la articulación de rotación 1510 para permitir la rotación alrededor del primer y el segundo eje de rotación A-A, B-B. La viga 1506 puede tener articulaciones de rotación 1806 que permitan que la viga 1506 se acople directa o indirectamente al anillo 1508 (no se ilustran). Las articulaciones de rotación 1806 pueden estar ubicadas en extremos distales exteriores de la viga 1506.

La Fig. 4(c) ilustra la viga 1506 que tiene guías de deslizamiento 1602. Las guías de deslizamiento 1602 acoplan al menos una superficie de deslizamiento al anillo 1508. Las guías de deslizamiento 1602 pueden estar implantadas en las dos vigas ilustradas en las Figs. 4(a) y 4(b). La implementación de las guías de deslizamiento 1602 en la viga 1506 crea otro eje de rotación separado del primer y el segundo eje de rotación A-A, B-B. La ilustración del eje de rotación creado mediante el uso de las guías de deslizamiento 1602 se representa como el eje de rotación C-C en la Fig. 2. Las guías de deslizamiento pueden estar acopladas a un anillo que está unido rígidamente al armazón exterior.

Las Figs. 5(a) a 5(e) ilustran vistas en despiece ordenado de diversas combinaciones y configuraciones de los componentes del mecanismo de desacoplamiento según la presente descripción. Específicamente, la Fig. 5(b) ilustra un mecanismo de desacoplamiento que proporciona 2 grados de libertad de rotación (2 ejes de rotación), las Figs. 5(a), 5(c) y 5(d) ilustran mecanismos de desacoplamiento que proporcionan 3 grados de libertad de rotación (3 ejes de rotación) y la Fig. 5(e) ilustra un mecanismo de desacoplamiento que proporciona 4 grados de libertad de rotación (4 ejes de rotación). La Fig. 5(c) ilustra una configuración del mecanismo de desacoplamiento que proporciona 3 grados de libertad de rotación mientras que no comprende un solo anillo desacoplado, estando el único anillo unido rígidamente al armazón protector.

Las Figs. 6(a) a 6(d) muestran los efectos sobre el tamaño del sistema de propulsión de vehículos aéreos que tienen diversos mecanismos de desacoplamiento según la presente descripción. Con referencia a las Figs. 6(a) y 6(b), se ilustran vehículos aéreos de rotores coaxiales. El vehículo aéreo ilustrado en la Fig. 6(a) incluye dos hélices 2002 y un mecanismo de desacoplamiento que tiene dos anillos diferentes 2004, 1508. El vehículo aéreo ilustrado en la Fig. 6(b) incluye dos hélices 2008 y un mecanismo de desacoplamiento que tiene la viga 1506 acoplada al anillo 1508. Implementando la viga 1506, el anillo interior 2004 del mecanismo de desacoplamiento puede eliminarse, dando como resultado que las hélices 2008 sean más grandes de las hélices 2002 sin aumento del anillo exterior 1508. Por lo tanto, la implementación del armazón interior que incluye la viga 1506 es beneficiosa porque permite que el sistema de propulsión del vehículo aéreo sea más grande sin cambiar el tamaño exterior del vehículo aéreo. Tener un sistema de propulsión más grande permite el aumento del tiempo de vuelo, el aumento de la capacidad de reacción y el aumento de la capacidad de carga útil, por ejemplo.

El armazón interior que comprende los sistemas de propulsión y control está montado dentro del armazón exterior que, en una realización preferida de la invención, puede girar pasiva y libremente alrededor del armazón interior alrededor de cada uno de los ejes de rotación. Los sistemas de propulsión y control comprendidos dentro del armazón interior podrían ser de cualquier tipo y no necesariamente los ilustrados. Además, el armazón exterior puede ser cualquier tipo de estructura protectora y no necesariamente la i.

Con referencia a las Figs. 6(a) y 6(b), se ilustran vehículos aéreos cuadirrotores. El vehículo aéreo cuadirrotor de la

Fig. 6(a) incluye cuatro hélices 2002 y un mecanismo de desacoplamiento que tiene dos anillos diferentes 2004, 1508. El vehículo aéreo cuadrirrotor de la Fig. 6(b) incluye cuatro hélices 2008 y un mecanismo de desacoplamiento que tiene la viga 1506 acoplada al anillo 1508. Al igual que los vehículos aéreos de rotores coaxiales de la Fig. 6(a), implementando la viga 1506 dentro del vehículo aéreo cuadrirrotor, el anillo interior 2004 del mecanismo de desacoplamiento puede eliminarse, dando como resultado que las hélices 2008 sean más grandes de las hélices 2002 sin aumento del anillo exterior 1508. Por lo tanto, la implementación del mecanismo de desacoplamiento que incluye la viga 1506 es beneficiosa porque permite que el sistema de propulsión del vehículo aéreo sea más grande sin cambiar el tamaño exterior del vehículo aéreo. Tener un sistema de propulsión más grande permite el aumento del tiempo de vuelo, el aumento de la capacidad de reacción y el aumento de la capacidad de carga útil, por ejemplo.

Las hélices 2002, 2008 de los vehículos aéreos cuadrirrotores de las Figs. 6(c) y 6(d) pueden estar configuradas para superponerse entre sí, dando como resultado que el vehículo aéreo sea más compacto. La compacidad es la relación entre una dimensión externa del sistema de propulsión del vehículo aéreo y una dimensión externa de una hélice del vehículo aéreo. Al tener las hélices 2002, 2008 configuradas para superponerse, se puede obtener la ventaja de las elevadas prestaciones de los cuadrirrotores (es decir, simplicidad mecánica, alta capacidad de reacción, etc.) mientras que se reduce el gran tamaño típico de los cuadrirrotores.

En esta solicitud se han descrito diversos beneficios de los mecanismos de desacoplamiento, y otros beneficios deberían resultar evidentes para los expertos en la materia. Sin limitación, los beneficios específicos de los mecanismos de desacoplamiento descritos incluyen:

- Reducción de la sensibilidad del bloqueo de cardán: Los bloqueos de cardán que se producen en los mecanismos de desacoplamiento descritos tienen menos impacto sobre la estabilidad del vehículo aéreo. Un bloqueo de cardán es una pérdida de un grado de libertad, que se produce cuando el tercer eje de rotación C-C está alineado con el primer eje de rotación A-A. Cuando los ejes A-A, C-C están sustancialmente alineados, una pequeña rotación de la jaula genera típicamente grandes movimientos del mecanismo de desacoplamiento, lo que genera rozamiento virtual en el mecanismo de desacoplamiento debido a la inercia de las partes mecánicas que tienen que ser aceleradas. En las configuraciones descritas, la viga tiene menos inercia que el anillo del cardán de la técnica anterior descrito en el documento WO2014/198774 al que sustituye.
- Reducción de obstrucción: Las implementaciones de anillo vertical a menudo obstruyen la vista de la cámara. En las implementaciones que implican los mecanismos de desacoplamiento de las Figs. 1A a 6(d), sólo hay un anillo que a menudo está horizontal, por lo tanto no en el campo de visión de la cámara.

Aunque las realizaciones descritas en esta solicitud incluyen sistemas de propulsión compuestos de hélices coaxiales o cuadrirrotores, un experto en la materia debería apreciar que puede implementarse cualquiera de diversos sistemas de propulsión sin otros números de hélices coaxiales o no coaxiales que se superpongan.

Aunque los dispositivos, sistemas y procedimientos se han descrito e ilustrado en relación con ciertas realizaciones, muchas variaciones y modificaciones resultarán evidentes para los expertos en la materia. Por lo tanto, la descripción no ha de limitarse a los detalles precisos de la metodología o la construcción expuestos anteriormente, estando definido el alcance completo de la invención únicamente por los términos de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un vehículo aéreo de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) que comprende:
 - 5 una fuente de energía;
 - un sistema de propulsión configurado para generar una fuerza de sustentación;
 - un sistema de control (1504) que incluye electrónica para controlar el vehículo aéreo; un armazón exterior (1604);
 - un mecanismo de desacoplamiento; y un armazón interior conectado al armazón exterior mediante el mecanismo
 - 10 de desacoplamiento, comprendiendo el armazón interior el sistema de propulsión, el sistema de control y la fuente
 - de energía; comprendiendo el mecanismo de desacoplamiento una viga (1506) acoplada al armazón interior y que
 - forma un primer eje de rotación (A,A) para rotación del armazón interior con respecto a la viga, y estando la viga
 - acoplada giratoriamente al armazón exterior mediante un segundo eje de rotación (B-B) dispuesto de manera
 - 15 sustancialmente ortogonal con respecto al primer eje de rotación,
 - comprendiendo la viga una articulación de rotación (1510) ubicada cerca del centro de la viga y estando formado
 - el primer eje de rotación por uno o más cojinetes ubicados dentro de la articulación de rotación.
2. El vehículo aéreo VTOL según la reivindicación 1, donde el armazón interior comprende además una carga útil que incluye una cámara u otra instrumentación.
- 20 3. El vehículo aéreo VTOL según cualquier reivindicación anterior, donde el armazón interior tiene un centro de masas sustancialmente alineado con cada eje de rotación.
4. El vehículo aéreo VTOL según cualquier reivindicación anterior, donde el primer eje de rotación es sustancialmente vertical.
- 25 5. El vehículo aéreo VTOL según cualquier reivindicación anterior, donde la viga es no lineal y la articulación de rotación está desplazada de un plano ortogonal al primer eje de rotación y que comprende el segundo eje de rotación.
- 30 6. El vehículo aéreo VTOL según la reivindicación 5, donde la viga no lineal tiene cuatro curvas (1802, 1804) ubicadas en la misma.
7. El vehículo aéreo VTOL según la reivindicación 6, donde las dos curvas (1802) más cercanas a la articulación de rotación se curvan sustancialmente a 90° en la misma dirección y las dos curvas (1804) más alejadas
- 35 de la articulación de rotación se curvan sustancialmente a 90°.
8. El vehículo aéreo VTOL según cualquier reivindicación anterior, donde el segundo eje de rotación comprende articulaciones de rotación ubicadas en extremos distales exteriores de la viga.
- 40 9. El vehículo aéreo VTOL según cualquier reivindicación anterior, donde el armazón interior que comprende los sistemas de propulsión y control está montado dentro del armazón exterior que puede girar pasiva y libremente alrededor del armazón interior alrededor de cada uno de los ejes de rotación.
10. El vehículo aéreo VTOL según cualquier reivindicación anterior, donde la viga está compuesta de dos
- 45 partes paralelas, estando una de las partes paralelas en alineación axial con un centro de masas del vehículo aéreo VTOL.
11. El vehículo aéreo VTOL según cualquier reivindicación anterior, que comprende además un anillo (1508) acoplado a la viga y el anillo acoplado al armazón exterior en un tercer eje de rotación, siendo el segundo y el tercer
- 50 eje de rotación sustancialmente ortogonales.
12. El vehículo aéreo VTOL según cualquier reivindicación anterior, donde la viga incluye guías de deslizamiento (1602); y un anillo acoplado a las guías de deslizamiento, girando el anillo en un segundo eje de rotación
- 55 alrededor de la viga, deslizando además el anillo a través de las guías de deslizamiento en un tercer eje de rotación,
- siendo ortogonales el segundo y el tercer eje de rotación.
13. El vehículo aéreo VTOL según cualquier reivindicación anterior, donde el sistema de propulsión comprende hélices que son no coaxiales y se superponen parcialmente cuando están en movimiento.
- 60 14. El vehículo aéreo VTOL según la reivindicación 13, donde el medio de propulsión comprende cuatro hélices (1502, 2002, 2008), superponiéndose al menos partes de dos de las cuatro hélices cuando están en movimiento.

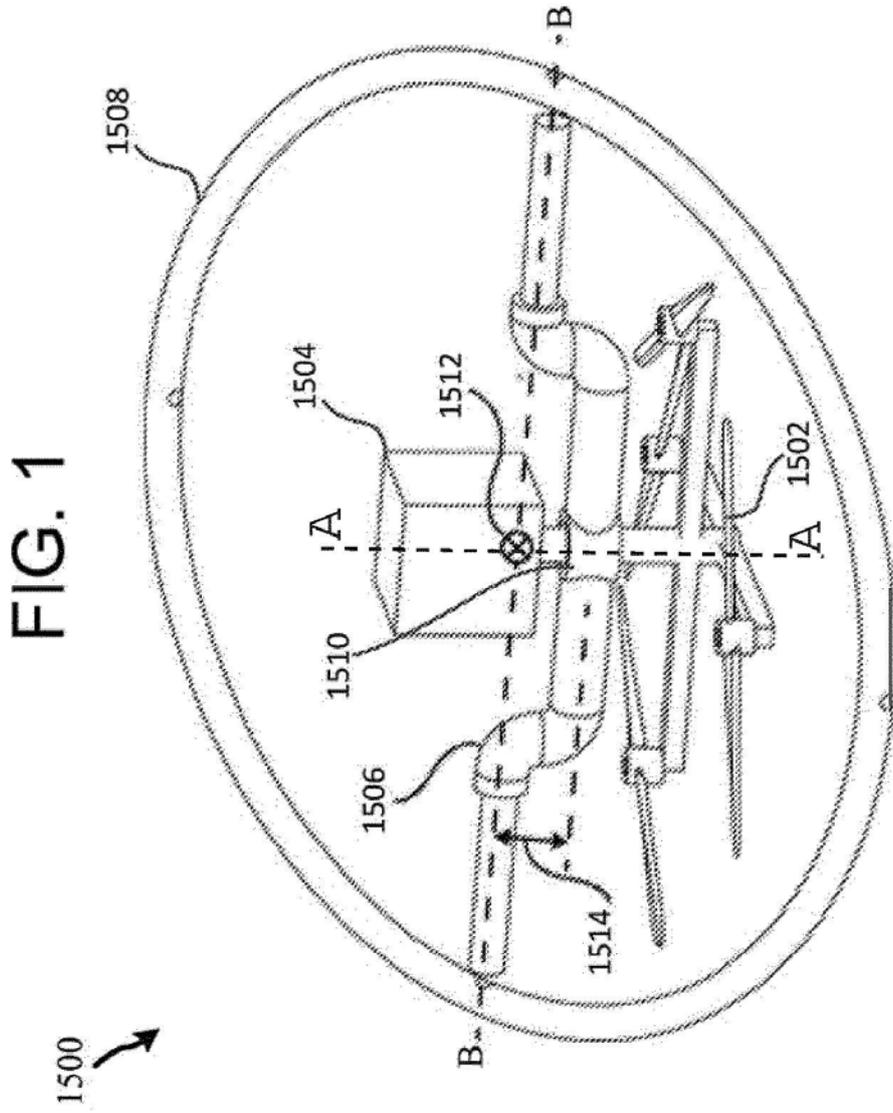


FIG. 2

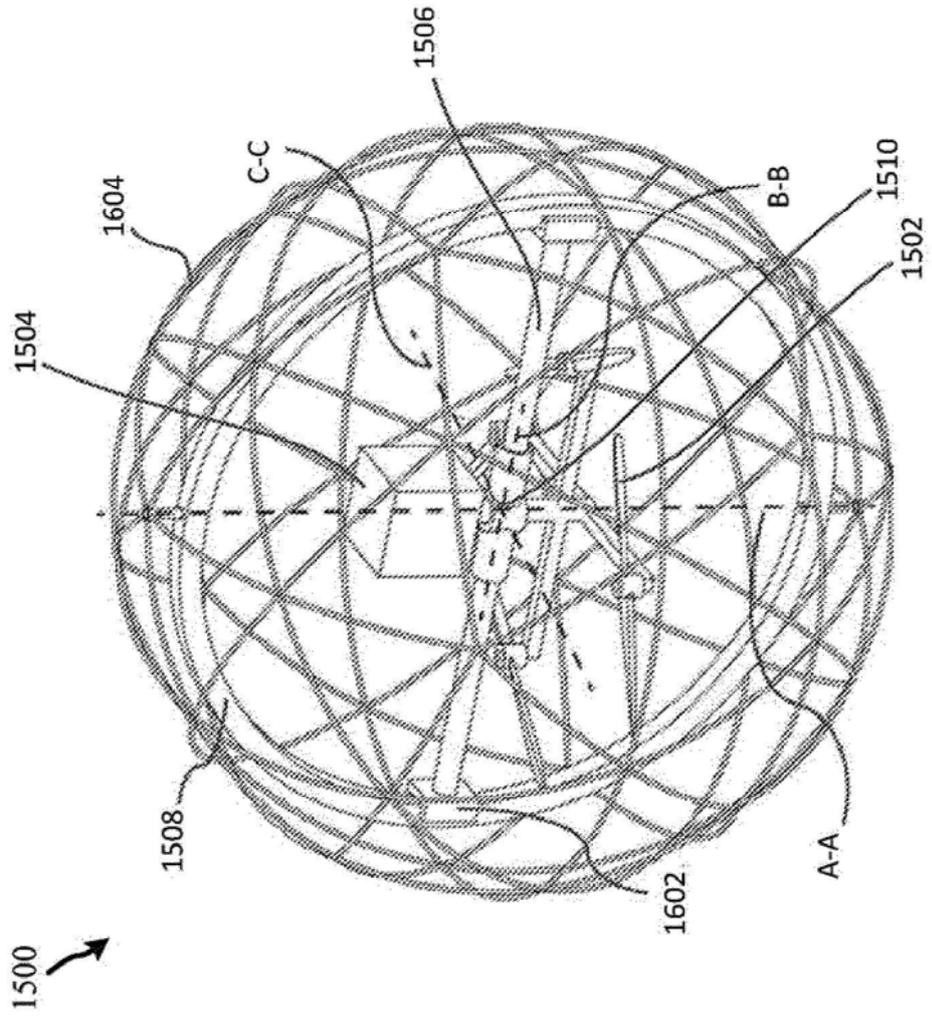
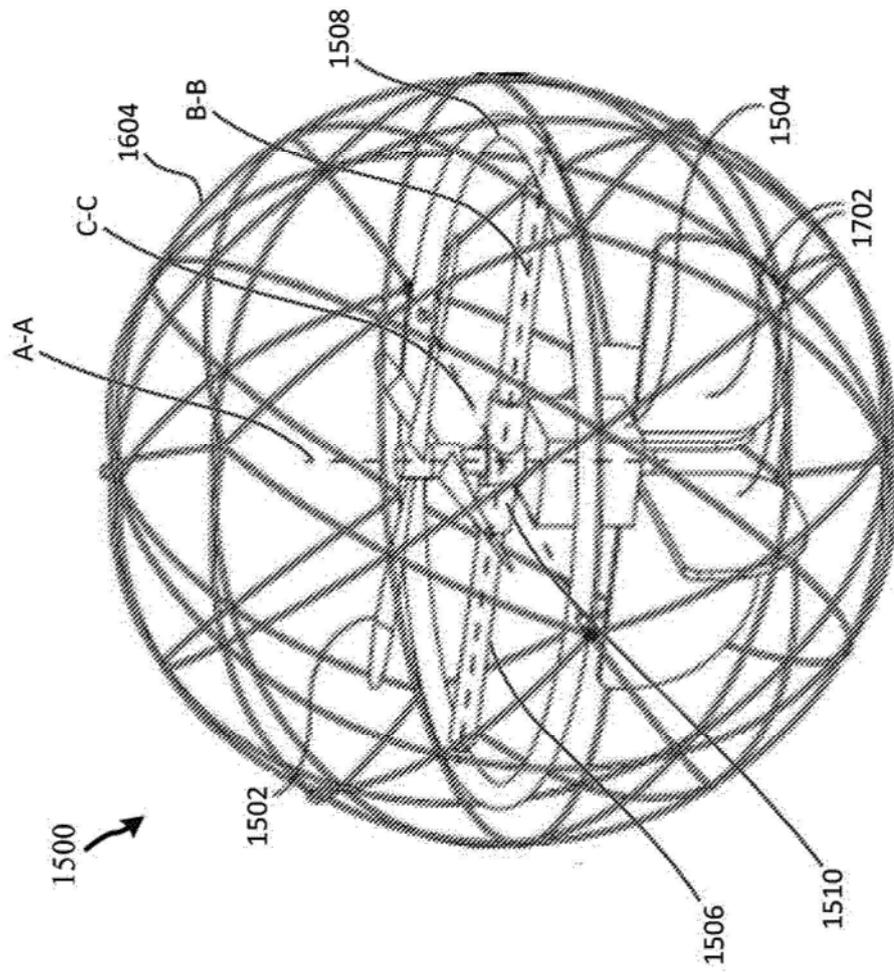


FIG. 3



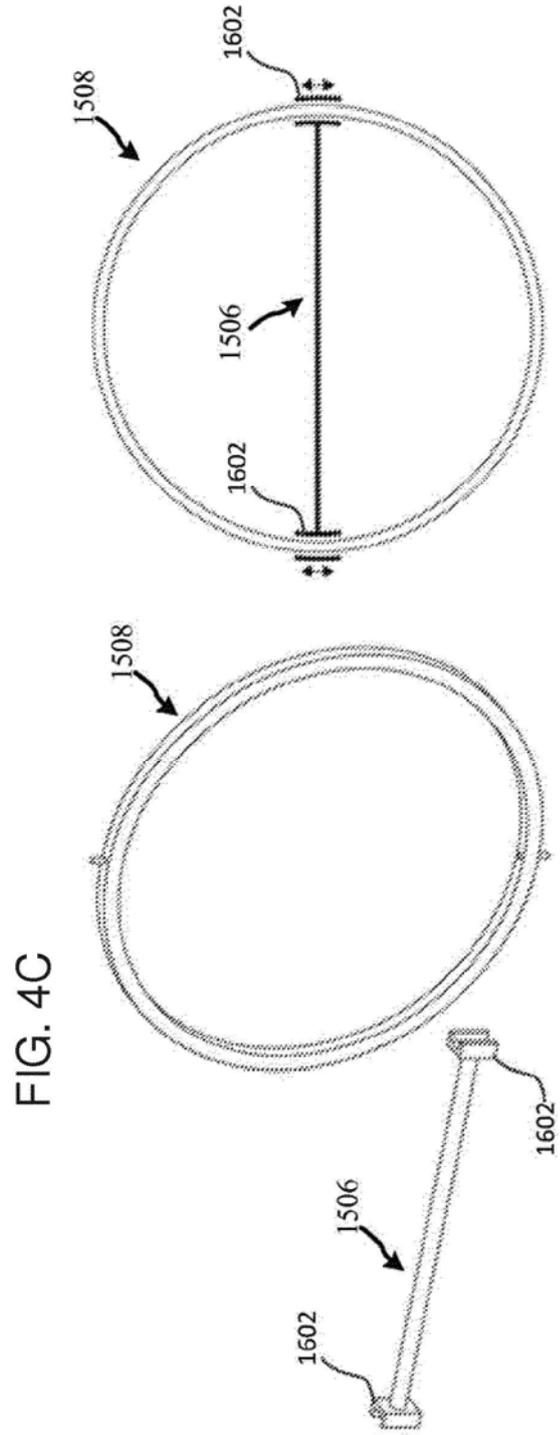
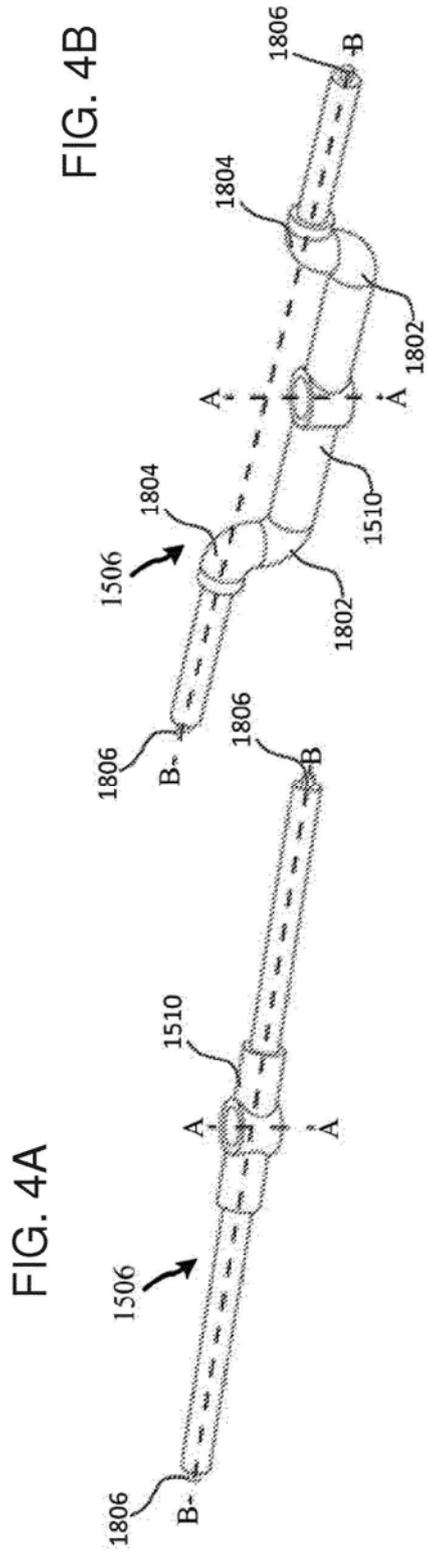


FIG. 5A

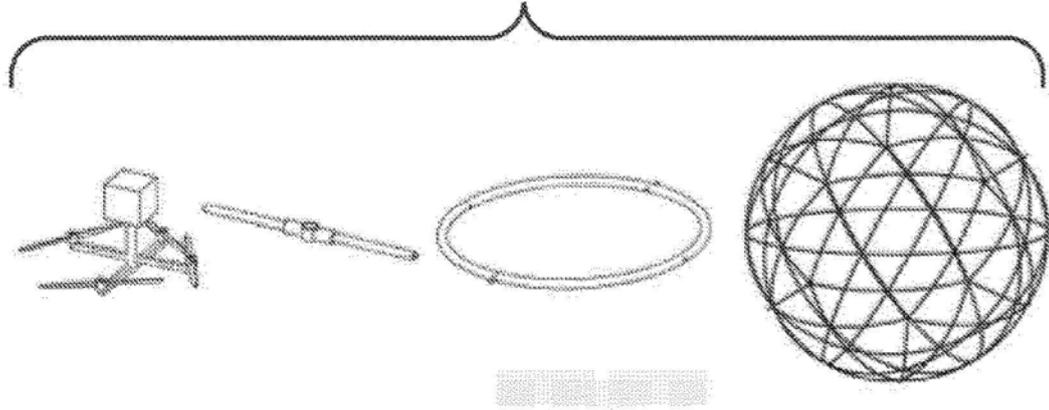


FIG. 5B

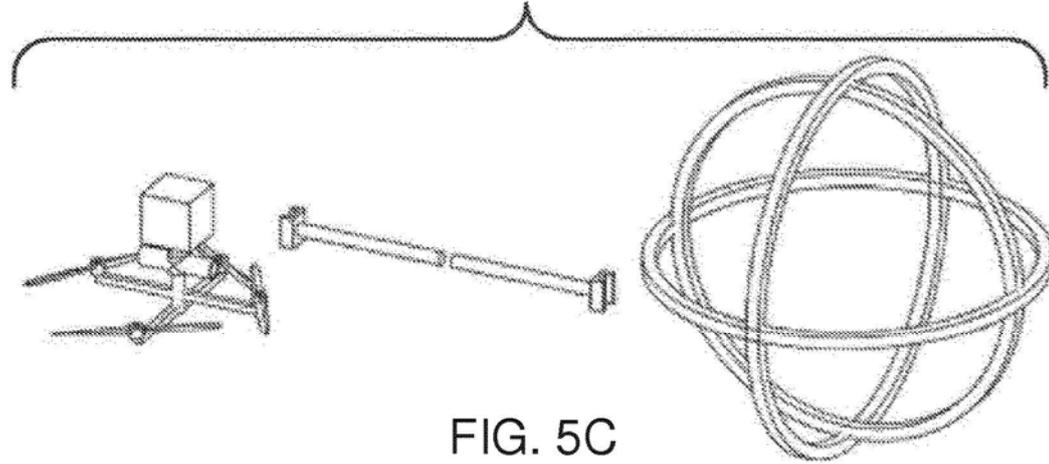


FIG. 5C

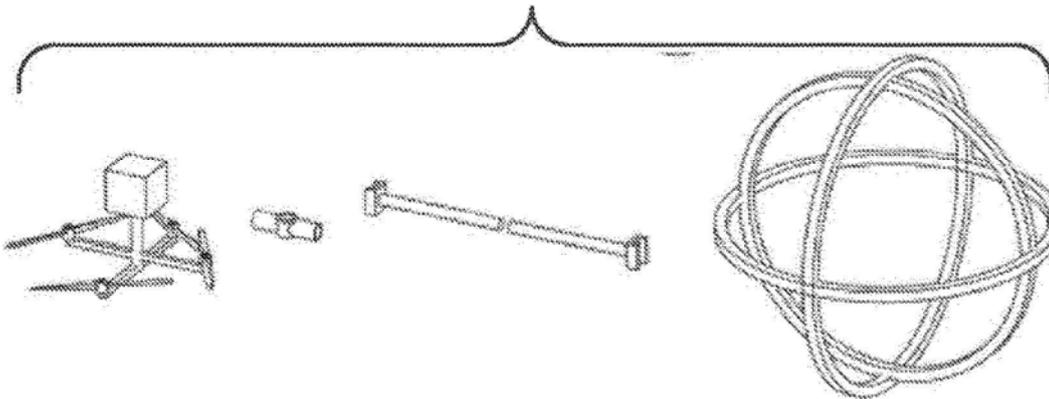


FIG. 5D

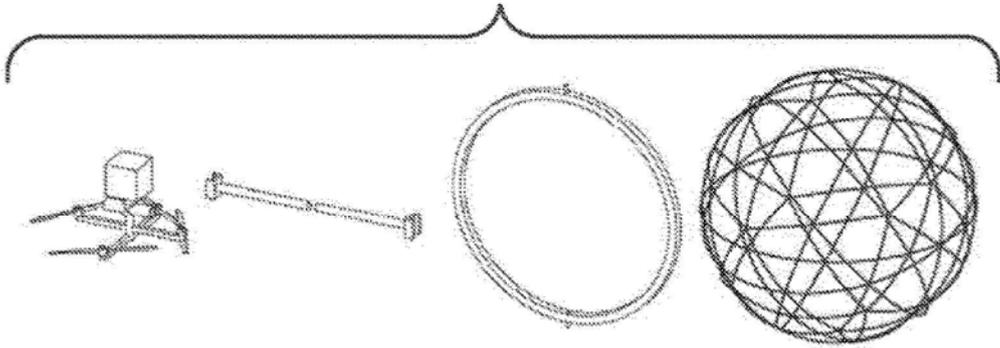


FIG. 5E

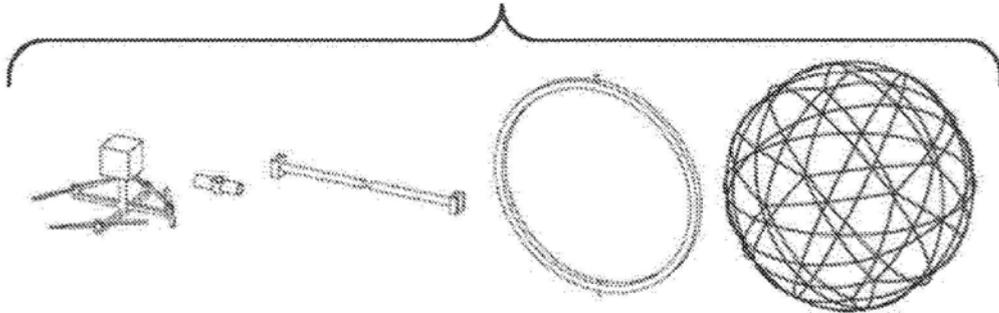


FIG. 6A

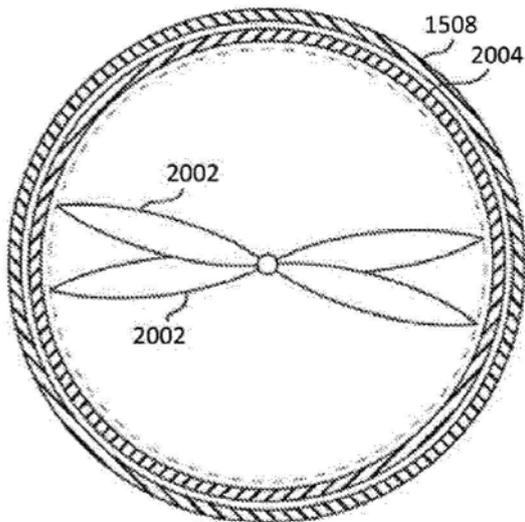


FIG. 6C

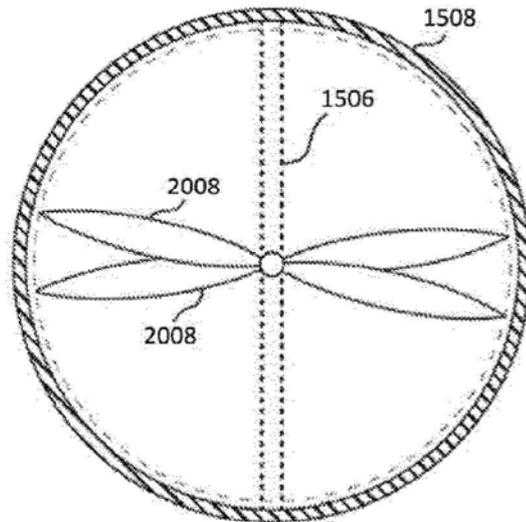


FIG. 6B

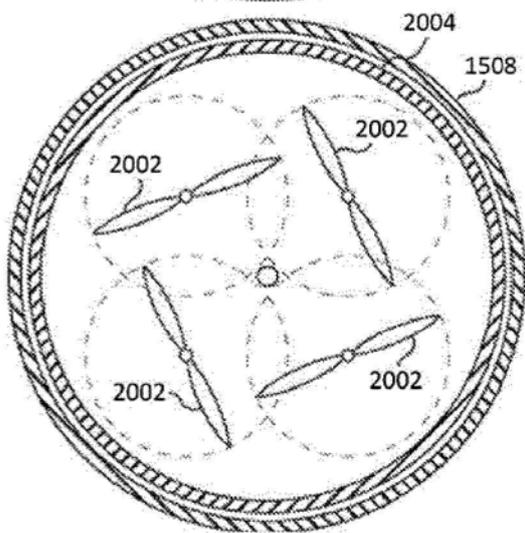


FIG. 6D

