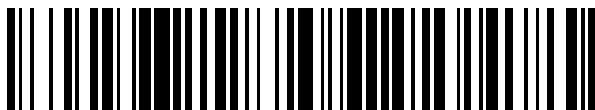




OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 768 875**

⑮ Int. Cl.:

**B64C 11/00** (2006.01)  
**B64C 15/00** (2006.01)  
**B64C 29/00** (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2016 E 16193111 (8)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3176078**

⑮ Título: **Ventilador con conductos de geometría variable**

⑯ Prioridad:

**03.12.2015 US 201514958154**

⑯ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.06.2020**

⑮ Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)**  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US

⑯ Inventor/es:

**MACIOLEK, ROBERT F.**

⑯ Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 768 875 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

Ventilador con conductos de geometría variable

5 Campo

La presente divulgación se relaciona generalmente con ventiladores con conductos para vehículos aéreos y, más particularmente, con un ventilador con conductos de geometría variable para vehículos aéreos de despegue y aterrizaje vertical.

10 Antecedentes

Los vehículos aéreos con ventilador por conductos pueden incluir al menos un ventilador por conductos y un motor para conducir el ventilador dentro del conducto de aire del ventilador por conductos. Un vehículo aéreo con ventilador por conductos puede tener la capacidad de vuelo hacia adelante y de vuelo estacionario. Por ejemplo, se sabe que los ventiladores con conductos se utilizan con vehículos aéreos de despegue y aterrizaje vertical ("VTOL"). Sin embargo, si bien los ventiladores con conductos pueden permitir el vuelo tanto horizontal como vertical, un diseño tradicional requiere un compromiso en las características de diseño para cada modo de vuelo (por ejemplo, vuelo horizontal y vertical) para cumplir con los requisitos generales de rendimiento aerodinámico de manera equilibrada. 20 Las muchas restricciones impiden un diseño que maximiza la eficiencia aerodinámica en cada modo de vuelo operativo. Por lo tanto, la eficiencia aerodinámica de ambos modos de vuelo sufre.

25 Los documentos EP 2 336 022 A2 y US 2006/0097107 A1 divultan aeronaves de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) con ventilador por conductos, respectivamente. El preámbulo de la reivindicación 1 se describe en el documento EP 2 336 022 A2.

Por consiguiente, los expertos en la materia continúan con los esfuerzos de investigación y desarrollo en el campo de la propulsión de ventiladores con conductos.

30 Resumen

La invención está definida por las reivindicaciones independientes.

35 En un aspecto de la invención, el ventilador con conductos de geometría variable puede incluir un conducto de aire que tiene un eje longitudinal, el conducto de aire que incluye una entrada del ventilador con conductos de geometría variable, un ventilador montado de forma giratoria dentro del conducto de aire corriente abajo de la entrada, el ventilador que incluye palas del ventilador que definen un área del ventilador, y una tobera de área variable acoplada al conducto de aire corriente abajo del ventilador, la tobera de área variable que incluye un escape del ventilador con conductos de geometría variable que tiene un área de escape variable, como se define más adelante en la 40 reivindicación independiente 1.

45 En otro aspecto más de la invención, el método puede incluir los pasos de: (1) colocar un ventilador con conductos de geometría variable en una orientación aproximadamente vertical o una orientación aproximadamente horizontal, el ventilador con conductos de geometría variable que incluye un conducto de aire que incluye una entrada del ventilador con conductos de geometría variable, un ventilador montado giratoriamente dentro del conducto de aire corriente abajo de la entrada, y una tobera de área variable acoplada al conducto de aire corriente abajo del ventilador e incluye un escape del ventilador con conductos de geometría variable, (2) uno de expandir la tobera de área variable con respecto a un eje longitudinal del ventilador con conductos de geometría variable para aumentar el área de escape del escape cuando el ventilador con conductos de geometría variable está en la orientación aproximadamente vertical para vuelo vertical, o contraer la tobera de área variable en relación con el eje longitudinal del ventilador con conductos de geometría variable para disminuir el área de escape del escape cuando el ventilador con conductos de geometría variable está en la orientación aproximadamente horizontal para el vuelo horizontal, (3) extraer aire hacia el ventilador con conductos de geometría variable a través de la entrada, (4) mover el aire a través de la tobera de área variable y (5) sacar aire desde el ventilador con conductos de geometría variable a través del escape para generar un empuje adecuado para permitir uno de los vuelos verticales o horizontales dependiendo de la orientación del ventilador con conductos de geometría variable, el método se define adicionalmente en la reivindicación 13 independiente.

55 Otros ejemplos del aparato y método divulgados se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

60 Breve descripción de los dibujos

65 La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un ejemplo de una aeronave provista de un ventilador con conductos de geometría variable, donde el ventilador con conductos de geometría variable está en un modo de vuelo vertical;

La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de la aeronave provista con el ventilador con conductos de geometría variable, donde el ventilador con conductos de geometría variable está en un modo de vuelo horizontal;

5 La figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo del ventilador con conductos de geometría variable descrito;

La figura 4 es una vista esquemática en alzado lateral, en sección, de un ejemplo del ventilador con conductos de geometría variable descrito;

10 La figura 5 es una vista esquemática en alzado lateral, en sección, de un ejemplo de una pared de conducto de un conducto de aire del ventilador de conducto de geometría variable descrito;

15 La figura 6 es una vista esquemática en perspectiva posterior de un ejemplo del ventilador con conductos de geometría variable divulgado mostrado con un ejemplo de una tobera de área variable contraída para disminuir un área de escape del ventilador con conductos de geometría variable divulgado;

20 La figura 7 es una vista esquemática en perspectiva posterior de un ejemplo del ventilador con conductos de geometría variable divulgado mostrado con un ejemplo de la tobera de área variable expandida para aumentar el área de escape del ventilador con conductos de geometría variable divulgado;

25 La figura 8 es una vista esquemática en alzado lateral, en sección, de un ejemplo de un pedal de la tobera de área variable mostrada pivotada radialmente hacia adentro para disminuir el área de escape del ventilador con conductos de geometría variable divulgado;

30 La figura 9 es una vista esquemática en alzado lateral, en sección, de un ejemplo del pedal de la tobera de área variable mostrada pivotada radialmente hacia afuera para aumentar el área de escape del ventilador con conductos de geometría variable divulgado;

35 La figura 10 es una vista esquemática en perspectiva superior de dos pedales de la tobera de área variable del ventilador con conductos de geometría variable divulgado.

La figura 11 es una vista esquemática parcial en alzado lateral de un ejemplo de un sistema de accionamiento del ventilador con conductos de geometría variable divulgado.

40 La figura 12 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método divulgado para aumentar la eficiencia aerodinámica de una aeronave en el modo de vuelo vertical y el modo de vuelo horizontal utilizando el ventilador con conductos de geometría variable divulgado;

La figura 13 es un diagrama de bloques de la producción de aeronaves y la metodología de servicio; y

45 la figura 14 es una ilustración esquemática de una aeronave.

Descripción detallada

45 La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos, que ilustran ejemplos específicos de realizaciones o implementaciones descritas en la divulgación. Otros ejemplos que tienen diferentes estructuras y operaciones no se apartan del alcance de la presente divulgación. Los números de referencia similares pueden referirse al mismo elemento o componente en los diferentes dibujos.

50 En la figura 14, mencionada anteriormente, las líneas continuas, si las hay, que conectan diversos elementos y/o componentes pueden representar acoplamientos y/o combinaciones mecánicas, eléctricas, fluidas, ópticas, electromagnéticas y otras. Como se usa en el presente documento, "acoplado" significa asociado tanto directa como indirectamente. Por ejemplo, un miembro A puede estar asociado directamente con un miembro B, o puede estar asociado indirectamente con él, por ejemplo, a través de otro miembro C. Se entenderá que no todas las relaciones entre los diversos elementos divulgados están necesariamente representadas. En consecuencia, también pueden existir acoplamientos distintos a los representados en los diagramas de bloques. Las líneas punteadas, si las hay, bloques de conexión que designan los diversos elementos y/o componentes representan acoplamientos similares en función y propósito a los representados por líneas continuas; sin embargo, los acoplamientos representados por las líneas discontinuas pueden proporcionarse selectivamente o pueden relacionarse con ejemplos alternativos de la presente divulgación. Asimismo, los elementos y/o componentes, si los hay, representados con líneas discontinuas, indican ejemplos alternativos de la presente divulgación. Uno o más elementos mostrados en líneas continuas y/o discontinuas pueden omitirse de un ejemplo particular sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Los elementos ambientales, si los hay, se representan con líneas punteadas. Los elementos virtuales (imaginarios) también se pueden mostrar para mayor claridad. Los expertos en la materia apreciarán que algunas de las características ilustradas en las figuras 14 puede combinarse de varias maneras sin la necesidad de incluir otras características descritas en las figuras 14, otras figuras de dibujo, y/o la divulgación adjunta, aunque tal combinación

o combinaciones no se ilustran explícitamente en este documento. De manera similar, las características adicionales no limitadas a los ejemplos presentados, se pueden combinar con algunas o todas las características mostradas y descritas aquí.

- 5 En las figuras 12 y 13, mencionados anteriormente, los bloques pueden representar operaciones y/o porciones de los mismos y las líneas que conectan los diversos bloques no implican ningún orden particular o dependencia de las operaciones o porciones de los mismos. Los bloques representados por líneas discontinuas indican operaciones alternativas y/o partes de las mismas. Las líneas discontinuas, si las hay, que conectan los diversos bloques representan dependencias alternativas de las operaciones o partes de las mismas. Se entenderá que no todas las dependencias entre las diversas operaciones divulgadas están necesariamente representadas. Las figuras 12 y 13 y la divulgación adjunta que describe las operaciones de los métodos establecidos en el presente documento no deben interpretarse como determinantes necesariamente de una secuencia en la que se realizarán las operaciones. Por el contrario, aunque se indica un orden ilustrativo, debe entenderse que la secuencia de las operaciones puede modificarse cuando sea apropiado. En consecuencia, ciertas operaciones pueden realizarse en un orden diferente o simultáneamente. Además, los expertos en la materia apreciarán que no todas las operaciones descritas necesitan realizarse.

20 A menos que se indique lo contrario, los términos “primero”, “segundo”, etc., se utilizan en este documento simplemente como etiquetas, y no están destinados a imponer requisitos ordinales, posicionales o jerárquicos en los artículos a los que se refieren estos términos. Además, la referencia a un “segundo” elemento no requiere ni excluye la existencia de un elemento de menor número (por ejemplo, un “primer” elemento) y/o un elemento de mayor número (por ejemplo, un “tercer” elemento).

- 25 La referencia en el presente documento a “ejemplo”, “un ejemplo”, “otro ejemplo” o lenguaje similar significa que una o más rasgos, estructuras o características descritas en relación con el ejemplo están incluidas en al menos una realización o implementación. Por lo tanto, las frases “en un ejemplo”, “como un ejemplo” y un lenguaje similar a lo largo de la presente divulgación pueden, pero no necesariamente, referirse al mismo ejemplo. A continuación, se proporcionan ejemplos ilustrativos no exhaustivos de acuerdo con la presente divulgación.

30 En referencia a las figuras 1 y 2, se divulga un ejemplo de aeronave 100 provista con el ventilador 200 con conductos de geometría variable. En general, la aeronave 100 puede ser cualquier vehículo aéreo que utilice al menos un ventilador 200 con conductos de geometría variable para generar un empuje adecuado para permitir el vuelo. Como un ejemplo, y como se ilustra en las figuras 1 y 2, la aeronave 100 es una aeronave de ala fija. La aeronave 100 puede ser tripulada o no tripulada (por ejemplo, un vehículo aéreo no tripulado (“UAV”)). La aeronave 100 puede incluir la carrocería 102 del vehículo. Como ejemplo, la carrocería 102 del vehículo incluye el fuselaje 108, las alas 104 y uno o más estabilizadores 106 (por ejemplo, estabilizadores verticales y/u horizontales). Como ejemplo, un ventilador 200 con conductos de geometría variable está montado en un extremo de cada una de las alas 104. También se contemplan otras ubicaciones de montaje y/o configuraciones del ventilador 200 con conductos de geometría variable, como estar montado en una ubicación intermedia en cada una de las alas 104, estando encerrada dentro de cada una de las alas 104, y similares.

45 La aeronave 100 es capaz de despegar y aterrizar verticalmente (“VTOL”), de modo que la aeronave 100 puede flotar, despegar y aterrizar verticalmente (por ejemplo, una aeronave VTOL). Por lo tanto, la aeronave 100 puede operar tanto en un modo de vuelo axial horizontal como en un modo de vuelo axial vertical (por ejemplo, vuelo estacionario, despegue vertical y aterrizaje vertical). La aeronave 100 también puede ser capaz de otros modos operativos tales como despegue y aterrizaje convencionales (“CTOL”), despegue y aterrizaje cortos (“STOL”) y/o despegue corto y aterrizaje vertical (“STOVL”).

50 La aeronave 100 está configurada para mover (por ejemplo, inclinar o rotar) un ventilador 200 con conductos de geometría variable entre una orientación aproximadamente vertical, como se ilustra en la figura 1, y una orientación aproximadamente horizontal, como se ilustra en la figura 2. Por lo tanto, el ventilador 200 con conductos de geometría variable es giratorio entre un modo de vuelo vertical, en el que el ventilador 200 con conductos de geometría variable se coloca aproximadamente vertical, y el modo de vuelo horizontal, en el que el ventilador 200 con conductos de geometría variable se coloca aproximadamente horizontal. Como un ejemplo, y como se ilustra en las figuras 1 y 2, el ventilador 200 con conductos de geometría variable se puede acoplar rotativamente a cada una de las alas 104 (por ejemplo, el extremo de cada ala 104) y la aeronave 100 puede inclinar el ventilador 200 con conductos de geometría variable aproximadamente vertical para VTOL (Fig. 1) e inclinar el ventilador 200 con conductos de geometría variable aproximadamente horizontal (por ejemplo, hacia adelante) para el vuelo horizontal a través del ala (Fig. 2), mientras que las alas 104 permanecen fijas en su lugar. Como un ejemplo (no ilustrado explícitamente), el ventilador 200 con conductos de geometría variable puede estar acoplado de manera fija a cada una de las alas 104 y la aeronave 100 puede inclinar todo el conjunto del ala (por ejemplo, el ala 104 y el ventilador 200 con conductos de geometría variable) entre la orientación de vuelo vertical y la orientación de vuelo horizontal.

65 Mientras que la aeronave de ejemplo 100 ilustrado en las figuras 1 y 2 incluye dos ventiladores 200 con conducto de geometría variable, en otros ejemplos no ilustrados, la aeronave 100 puede incluir solo un ventilador 200 con conductos de geometría variable o más de dos ventiladores 200 con conducto de geometría variable. Además, otros ejemplos de

aeronaves 100 pueden incluir tipos adicionales de dispositivos de propulsión (por ejemplo, un motor a reacción, un motor de turboventilador, un rotor energizado, etc.) que se utilizan además o en combinación con el ventilador 200 con conductos de geometría variable.

- 5 Con referencia a la figura 3, y con referencia a las figuras 1 y 2, se divulga un ejemplo de ventilador 200 con conductos de geometría variable para la aeronave 100. El ventilador 200 con conductos de geometría variable está diseñado para lograr una alta eficiencia aerodinámica tanto en vuelo estacionario (por ejemplo, vuelo vertical) como en vuelo de crucero de alta velocidad (por ejemplo, vuelo horizontal a velocidades de hasta aproximadamente 350 nudos). Como se describirá con más detalle en el presente documento, el ventilador 200 con conductos de geometría variable incluye una geometría de escape variable (por ejemplo, adaptable) configurada para optimizar el flujo de aire del ventilador durante un modo de vuelo específico (por ejemplo, vuelo vertical o vuelo horizontal). La geometría de escape variable cambia el área de escape. El ventilador 200 con conductos de geometría variable incluye una geometría de entrada fija configurada para generar una gran cantidad de empuje en modo de desplazamiento, posee bajas velocidades de superficie en modo de crucero de alta velocidad y no tiene separación durante la transición entre los modos de vuelo vertical y horizontal.

Con referencia a la figura 4, y con referencia a la figura 3, el ventilador 200 con conductos de geometría variable incluye el conducto 202 de aire, el ventilador 204 ubicado dentro del conducto 202 de aire, y la tobera 236 de área variable acoplada al conducto 202 de aire. Ventilador 200 con conductos de geometría variable incluye una longitud total L<sub>1</sub>. El conducto 202 de aire incluye una longitud L<sub>2</sub> que define una porción de la longitud total L<sub>1</sub> del ventilador 200 con conductos de geometría variable. La tobera 236 de área variable incluye una longitud L<sub>3</sub> que define una porción de la longitud total L<sub>1</sub> del ventilador 200 con conductos de geometría variable. Como uno ejemplo específico, no limitativo, la longitud L<sub>3</sub> de la tobera 236 de área variable es aproximadamente el treinta por ciento de la longitud total L<sub>1</sub> del ventilador 200 con conductos de geometría variable. Como un ejemplo específico, no limitativo, la longitud L<sub>3</sub> de la tobera 236 de área variable es aproximadamente el treinta y cinco por ciento de la longitud total L<sub>1</sub> del ventilador 200 con conductos de geometría variable. Como un ejemplo específico, no limitativo, la longitud L<sub>3</sub> de la tobera 236 de área variable es aproximadamente el cuarenta por ciento de la longitud total L<sub>1</sub> del ventilador 200 con conductos de geometría variable. Como un ejemplo específico, no limitativo, la longitud L<sub>3</sub> de la tobera 236 de área variable es aproximadamente el cuarenta y cinco por ciento de la longitud total L<sub>1</sub> del ventilador 200 con conductos de geometría variable.

El conducto 202 de aire incluye un cuerpo aproximadamente cilíndrico que incluye la pared 216 del conducto, el extremo 208 de entrada (por ejemplo, Primer) y el extremo 212 de salida (por ejemplo, Segundo) (Fig. 4) longitudinalmente opuesto al extremo 208 de entrada. Una entrada aproximadamente circular la abertura o abertura en el extremo 208 de entrada del conducto 202 de aire forma la entrada 206 del conducto 202 de aire. La entrada 206 también se refiere (define) la entrada del ventilador 200 con conductos de geometría variable (por ejemplo, la entrada 206 del ventilador 200 con conductos de geometría variable). Una abertura o abertura de salida aproximadamente circular en el extremo 212 de salida del conducto 202 de aire forma la salida 210 (figura 4) del conducto 202 de aire.

40 Con referencia a la figura 4, y con referencia a la figura 5, el conducto 202 de aire incluye un diámetro de resalte D<sub>1</sub> en la entrada 206. El diámetro de resalte D<sub>1</sub> se refiere a una distancia entre los puntos de resaltado opuestos 278 (Fig. 5) del borde 218 de entrada del conducto. Cada punto 278 de resaltado se refiere a una posición del punto más delantero del borde 218 de entrada del conducto, por ejemplo, en una ubicación aproximadamente central del borde 218 de entrada del conducto. El diámetro de resaltado D<sub>1</sub> de la entrada 206 define un área de resaltado A<sub>1</sub> de ventilador 200 con conductos de geometría variable en un plano de resaltado (por ejemplo, un plano compartido por las posiciones de los puntos de resaltado 278). Una garganta de conducto 202 de aire (y un ventilador 200 con conductos de geometría variable) incluye un diámetro de garganta D<sub>2</sub>. El diámetro de la garganta D<sub>2</sub> se refiere a una distancia entre los puntos 280 de garganta opuestos (Fig. 5). Cada punto 280 de garganta se refiere al punto más adelantado de la garganta del conducto 202 de aire, por ejemplo, el extremo 208 de entrada próximo (por ejemplo, en o cerca), por ejemplo, la entrada 206 próxima. Como un ejemplo, los puntos 280 de garganta (por ejemplo, el punto donde comienza la garganta del conducto 202 de aire (y del ventilador 200 con conductos de geometría variable)) se encuentra en un extremo posterior de la porción 224 de transición de pared interna (Fig. 5), por ejemplo, cerca de una intersección entre la transición de la porción 224 de pared interna y la superficie aproximadamente plana de la pared 220 interior. El diámetro de la garganta D<sub>2</sub> de la entrada 206 define un área de la garganta A<sub>2</sub> (no ilustrada explícitamente) del conducto 202 de aire (y del ventilador 200 con conductos de geometría variable) en un plano de la garganta (por ejemplo, un plano compartido por la posición de los puntos 280 de garganta). En un ejemplo específico, no limitante, una relación de contracción de la entrada 206, definida por  $(D_1/D_2)^2$ , es aproximadamente 1.30.

60 En un ejemplo, el conducto 202 de aire incluye un diámetro constante a lo largo de la longitud L<sub>2</sub> (figura 4). Esta porción del conducto 202 de aire contiene el ventilador 204. Como ejemplo, el ventilador 204 es un ventilador de paso variable. El ventilador 204 incluye un diámetro de ventilador D<sub>4</sub>. El diámetro del ventilador D<sub>4</sub> del ventilador 204 es aproximadamente igual al diámetro de la garganta D<sub>2</sub> en la entrada 206. En un ejemplo específico, no limitativo, la relación del diámetro de la garganta de entrada al diámetro del ventilador (D<sub>2</sub>/D<sub>4</sub>) es la unidad. En un ejemplo, la relación de la longitud total L<sub>1</sub> del ventilador 200 con conductos de geometría variable al diámetro del ventilador D<sub>4</sub> (por ejemplo, L<sub>1</sub>/D<sub>4</sub>) es aproximadamente 0.875.

- Como se usa a lo largo de la presente divulgación, el extremo 208 de entrada del conducto 202 de aire puede referirse a un extremo delantero del conducto 202 de aire, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación de vuelo horizontal (figura 2), o un extremo superior del conducto 202 de aire, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación de vuelo vertical (figura 1). De manera similar, como se usa a lo largo de la presente divulgación, el extremo 212 de salida del conducto 202 de aire puede referirse a un extremo posterior del conducto 202 de aire, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación de vuelo horizontal, o un extremo inferior del conducto 202 de aire, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación de vuelo vertical.
- 5      10      15      20      25      30      35      40      45      50      55      60
- Como se usa a lo largo de la presente divulgación, el extremo 208 de entrada del conducto 202 de aire puede referirse a un extremo delantero del conducto 202 de aire, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación de vuelo horizontal (figura 2), o un extremo superior del conducto 202 de aire, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación de vuelo vertical (figura 1). De manera similar, como se usa a lo largo de la presente divulgación, el extremo 212 de salida del conducto 202 de aire puede referirse a un extremo posterior del conducto 202 de aire, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación de vuelo horizontal, o un extremo inferior del conducto 202 de aire, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación de vuelo vertical.
- Como se usa a lo largo de la presente divulgación, la pared 216 del conducto incluye la pared 220 interior y la pared 222 exterior. El borde 218 de entrada del conducto se extiende entre la pared 220 interior y la pared 222 exterior en el extremo 208 de entrada. Como un ejemplo, la pared 220 interior puede incluir la porción 224 de transición de pared interna que define una porción o sección de la pared 220 interna próxima (por ejemplo, en o cerca) de la entrada 206. La porción 224 de transición de pared interna se extiende desde el punto 278 resaltado del borde 218 de entrada del conducto hasta el punto 280 de garganta de la pared 220 interior. La porción 224 de transición de la pared interior incluye la longitud  $L_5$  medida a lo largo del eje longitudinal del conducto 202 de aire. Como un ejemplo específico, no limitativo, la relación de la longitud de la porción de transición de la pared interior  $L_5$  a la longitud total del conducto  $L_1$  (por ejemplo,  $L_5/L_1$ ) puede ser aproximadamente 0.120.
- Como se usa a lo largo de la presente divulgación, la pared 222 externa puede incluir la porción 226 de transición de la pared externa que define una porción o sección de la pared 222 externa. La porción 226 de transición de la pared externa se extiende desde el punto 278 resaltado del borde 218 de entrada del conducto a una posición de espesor máximo  $T$  de conducto 202 de aire. La porción 226 de transición de la pared externa incluye una longitud  $L_6$  medida a lo largo del eje longitudinal del conducto 202 de aire. Como un ejemplo específico, no limitativo, la relación de la longitud de la porción de transición de la pared externa  $L_6$  a la longitud total del conducto  $L_1$  (por ejemplo,  $L_6/L_1$ ) puede ser aproximadamente 0.297.
- El borde 218 de entrada del conducto puede definir la entrada 206 (por ejemplo, forma un perímetro de la abertura de entrada o la abertura del conducto 202 de aire). El borde 218 de entrada del conducto se extiende entre la porción 224 de transición de pared interna y la porción 226 de transición de la pared externa. La geometría del borde 218 de entrada del conducto puede incluir una curva con un radio de curvatura constante o una curva con radios variables. El borde 218 de entrada del conducto incluye el radio de curvatura  $R_1$  en la posición resaltada (por ejemplo, en los puntos 278 resaltados) (Fig. 5). La porción 224 de transición de la pared interior del borde 218 de entrada del conducto incluye un radio de curvatura  $R_2$  en la garganta (por ejemplo, en los puntos 280 de garganta) (figura 5) del conducto 202 de aire (del ventilador 200 con conductos de geometría variable).
- La geometría de la porción 224 de transición de pared interna del borde 218 de entrada del conducto próximo (por ejemplo, el extremo 208 de entrada) del ventilador 200 con conductos de geometría variable (o conducto 202 de aire) se caracteriza como una combinación de la geometría del borde 218 de entrada del conducto (por ejemplo, en o cerca) de los puntos 278 de resaltado próximos (por ejemplo, radio  $R_1$ ) y la geometría de la porción 224 de transición de pared interna próxima a los puntos 280 de garganta (por ejemplo, radio  $R_2$ ), y en general se denomina aquí un radio de redondeo  $R_3$  (no se ilustra explícitamente en la figura 5). El radio de redondeo  $R_3$  es un parámetro general utilizado para describir la forma de entrada del ventilador 200 con conductos de geometría variable (o conducto 202 de aire) ya que la curvatura varía (por ejemplo, cambia continuamente) de  $R_1$  a  $R_2$ . El radio de redondeo  $R_3$  puede definirse mediante  $\sqrt[3]{R_1^2 * R_2}$ . Como un ejemplo, y como se ilustra en la figura 5, el radio de redondeo  $R_3$  de la porción 224 de transición de pared interna de la entrada 206 del ventilador 200 con conductos de geometría variable (o conducto 202 de aire) puede ser aproximadamente catorce por ciento del radio del ventilador 204 (por ejemplo,  $1/2D_4$ ).
- Como un ejemplo, y como se ilustra mejor en la figura 5, la pared 222 externa puede incluir una superficie curva que se extiende desde la porción 226 de transición de la pared externa hasta (por ejemplo, en o cerca) la salida 210 próxima. El conducto 202 de aire incluye un diámetro interior constante formado por la pared 220 interna. La pared 220 interna puede incluir una superficie aproximadamente plana (en sección transversal) que se extiende desde la porción 224 de transición de pared interna próxima hasta la salida 210 próxima para formar el diámetro interno constante del conducto 202 de aire.
- Como un ejemplo, la geometría de un exterior de la pared 216 del conducto (por ejemplo, de una porción del borde 218 de entrada del conducto y la pared 222 exterior), por ejemplo, desde el centro aproximado del borde 218 de entrada del conducto hasta el punto máximo el grosor  $T$  (por ejemplo, un grosor de la sección transversal de la pared 216 del conducto) está diseñado para minimizar las supervelocidades locales en condiciones transónicas, por ejemplo, con un número de Mach de vuelo de diseño de aproximadamente 0.55. Como un ejemplo, una relación del grosor máximo  $T$  a la longitud total  $L_1$  (por ejemplo,  $T/L_1$ ) del ventilador 200 con conductos de geometría variable es aproximadamente 0.155.
- Los valores particulares para el radio  $R_1$  y el radio  $R_2$  (por ejemplo, La forma del contorno de la entrada del conducto - borde 218 de entrada del conducto y la porción de transición de la pared 224 interna, respectivamente) pueden optimizarse para el rendimiento en el modo de vuelo vertical (por ejemplo, vuelo estacionario) y modo de vuelo horizontal (por ejemplo, crucero), así como condiciones de entrada adecuadas durante una transición entre vuelo

vertical y horizontal. Los parámetros de evaluación utilizados para optimizar la geometría del borde 218 de entrada del conducto y la porción 224 de transición de pared interna pueden incluir, pero no se limitan a, relación de aumento de empuje flotante, distribución de empuje entre un lado de la pared interna y un lado de la pared externa del borde 218 de entrada del conducto, y similares.

- 5 Con referencia a la figura 4, y con referencia a la figura 3, como un ejemplo, el ventilador 204 está montado de forma giratoria dentro del conducto 202 de aire hacia atrás (por ejemplo, corriente abajo) de la entrada 206 (por ejemplo, el borde 218 de entrada del conducto). El ventilador 204 puede incluir cualquier motor de aire adecuado que extraiga aire al conducto 202 de aire a través de la entrada 206 del conducto 202 de aire y salga del aire a través de la salida 210 del conducto 202 de aire. Como ejemplo, el ventilador 204 está configurado para funcionar a una velocidad de rotación, por ejemplo, correspondiente a un número Mach de punta giratoria, por ejemplo, de aproximadamente 0.60 (por ejemplo, 0.608), cuando se hace referencia al nivel del mar y a las condiciones estándar del día, y en una dirección de rotación para atraer aire al conducto 202 de aire. Como un ejemplo, el ventilador 204 puede ser un ventilador con conductos de baja relación de presión (por ejemplo, tener una relación de presión de aproximadamente 1.04).
- 10
- 15 El ventilador 204 incluye el rotor 230 y las palas 232 del ventilador (o rotor) (por ejemplo, una pluralidad de palas 232 del ventilador) unidas al rotor 230. El ventilador 204 incluye el diámetro del ventilador  $D_4$ . El diámetro  $D_4$  del ventilador 204 define un área de ventilador  $A_4$  (no ilustrada explícitamente) del ventilador 200 de conducto de geometría variable. Cada pala 232 del ventilador incluye geometría de pala (no ilustrada explícitamente). La geometría de la pala incluye una longitud de la pala, un grosor de la pala (por ejemplo, un grosor máximo y mínimo), una cuerda  $C_1$  de la pala (por ejemplo, un ancho de cuerda máximo y mínimo), y similares. Como un ejemplo, la geometría de la pala de la pala 232 del ventilador puede variar, por ejemplo, a lo largo de la longitud de la pala. Como un ejemplo específico, no limitativo, la relación del grosor de la pala a la cuerda de la pala (por ejemplo, la relación de grosor a cuerda) puede variar, por ejemplo, desde aproximadamente 0.04 próximo (por ejemplo, en o cerca) un extremo distal de la pala 232 del ventilador (por ejemplo, en la punta) a aproximadamente 0.155 próximo a un extremo proximal de la pala 232 del ventilador (por ejemplo, en el rotor 230).
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
- Como un ejemplo, cada pala 232 del ventilador puede incluir una torsión sobre la longitud de la pala. Por ejemplo, la pala 232 del ventilador puede girar desde el extremo próximo de la pala 232 del ventilador hasta el extremo distal de la pala 232 del ventilador. Como un ejemplo específico, no limitativo, el giro de la pala puede ser de aproximadamente 36 grados y puede variar de manera no lineal a lo largo de la longitud de la pala. Como reconocerán los expertos en la técnica, el giro de la pala puede configurarse o ajustarse para optimizar la carga de aire en la pala 232 del ventilador y/o adaptar la distribución de carga de aire para lograr las velocidades inducidas deseadas y/o las distribuciones de remolino a raíz del escape.
- Como un ejemplo, la geometría de la pala también incluye la solidez de la pala. La solidez de la pala se define por una relación del área de la pala (por ejemplo, la longitud de la pala  $\times$  la cuerda de la pala  $\times$  el número de palas) al área del ventilador ( $\Pi r_2$  del ventilador 204 -  $\Pi r^2$  del cubo 238 (o nariz 240)). Como un ejemplo específico, no limitativo, la solidez de la pala puede ser de aproximadamente 0.56. La solidez particular de la pala puede variar dependiendo de varios factores que incluyen, entre otros, la velocidad del ventilador, la relación del área de salida, el coeficiente de elevación de operación de la pala, las velocidades de operación, los empujes deseados generales y similares.
- Como un ejemplo específico, no limitativo, el ventilador 204 incluye ocho palas 232 de ventilador. Sin embargo, también se contemplan sin limitación otros números de palas 232 de ventilador (por ejemplo, menos de ocho o más de ocho). Los expertos en la materia reconocerán que el número de palas 232 del ventilador y/o la cuerda de la pala de cada pala 232 del ventilador puede depender de una variedad de factores que incluyen, entre otros, el área del ventilador  $A_4$ , un escape (por ejemplo, salida) área  $A_5$  (no se ilustra explícitamente), la velocidad del ventilador, el diseño del ventilador (por ejemplo, geometría de la pala) y similares.
- Como un ejemplo, las palas 232 del ventilador pueden ser palas del ventilador de paso variable. Cada una de las palas 232 del ventilador puede articularse (por ejemplo, girar) a lo largo de un eje longitudinal con respecto al rotor 230. Como un ejemplo, todas las palas 232 del ventilador pueden estar acopladas de manera móvil (por ejemplo, de forma giratoria) al rotor 230 y pueden rotar juntas. La variación del paso de las palas 232 del ventilador puede variar el empuje producido por el ventilador 200 con conductos de geometría variable mientras el ventilador 204 está funcionando a una velocidad de rotación fija. Como ejemplo, las palas 232 del ventilador pueden estar orientadas a un paso bajo para vuelo vertical o vuelo horizontal a baja velocidad y las palas 232 del ventilador pueden estar orientadas a un paso alto para vuelo horizontal a alta velocidad.
- Con referencia a la figura 4 y con referencia a las figuras 3 y 6, como un ejemplo, el ventilador 200 con conductos de geometría variable incluye el cubo 238 ubicado dentro del conducto 202 de aire. El cubo 238 puede servir como un punto de unión para el ventilador 204. Como un ejemplo, el rotor 230 puede estar acoplado de manera giratoria al cubo 238.
- Como un ejemplo, el ventilador 200 con conductos de geometría variable incluye estatores 234 (por ejemplo, una pluralidad de estatores 234). Los estatores 234 pueden estar ubicados dentro del conducto 202 de aire hacia atrás (por ejemplo, corriente abajo) del ventilador 204. Los estatores 234 pueden extenderse radialmente desde el cubo 238

- al conducto 202 de aire. Como un ejemplo, cada uno de los estatores 234 puede estar acoplado de manera fija al cubo 238 y a la pared 216 del conducto (por ejemplo, la pared 220 interior) del conducto 202 de aire. Como un ejemplo específico, no limitativo, el ventilador 200 con conductos de geometría variable incluye nueve estatores 234. Sin embargo, otros números de estatores 234 (por ejemplo, menos de nueve o más de nueve) también se contemplan sin limitación. Los expertos en la materia reconocerán que el número de estatores 234 puede depender de una variedad de factores que incluyen, entre otros, el número de palas 232 del ventilador, la velocidad del ventilador, el diseño del ventilador (por ejemplo, la geometría de la pala) y similares.
- 5 Con referencia a la figura 5, y con referencia a la figura 4, la ubicación o posición del ventilador 204, por ejemplo, en relación con la entrada 206 del ventilador 200 con conductos de geometría variable, puede optimizarse para crear un flujo de aire de entrada uniforme en el ventilador 204. Como ejemplo, las palas 232 del ventilador (por ejemplo, un plano del ventilador compartido por las palas 232 del ventilador) pueden ubicarse en una posición de al menos el 25 por ciento de la longitud total  $L_1$  del ventilador 200 con conductos de geometría variable corriente abajo de la entrada 206. Como un ejemplo, las palas 232 del ventilador (por ejemplo, el plano del ventilador compartido por las palas 232 del ventilador) se pueden ubicar en una posición de aproximadamente el 25 por ciento de la longitud total  $L_1$  del ventilador 200 con conductos de geometría variable corriente abajo de la entrada 206. Con relación a otras posiciones del ventilador 204 también se contempla la entrada 206 del ventilador 200 con conductos de geometría variable.
- 10 Los estatores 234 pueden colocarse cerca del ventilador 204 (por ejemplo, las palas 232 del ventilador). La ubicación o posición de los estatores 234, por ejemplo, en relación con la entrada 206 del ventilador 200 con conductos de geometría variable o con las palas 232 del ventilador, puede optimizarse para minimizar el ruido y/o la vibración. Como un ejemplo, los estatores 234 (por ejemplo, un plano del estator compartido por los estatores 234) pueden ubicarse en una posición de aproximadamente el 50 por ciento de la longitud total  $L_1$  del ventilador 202 con conductos de geometría variable corriente abajo de la entrada 206. Como un ejemplo, los estatores 234 (por ejemplo, un plano del estator compartido por los estatores 234 o un extremo delantero de los estatores 234) se pueden ubicar a una distancia mínima  $L_4$  corriente abajo de las palas 232 del ventilador (por ejemplo, el plano del ventilador compartido por las palas 232 del ventilador o un extremo posterior de las palas 232 del ventilador). Como un ejemplo específico, no limitativo, la distancia mínima  $L_4$  puede ser aproximadamente igual a la dimensión del acorde de la pala  $C_1$  de la pala 232 del ventilador.
- 15 20 Los estatores 234 pueden colocarse cerca del ventilador 204 (por ejemplo, las palas 232 del ventilador). La ubicación o posición de los estatores 234, por ejemplo, en relación con la entrada 206 del ventilador 200 con conductos de geometría variable o con las palas 232 del ventilador, puede optimizarse para minimizar el ruido y/o la vibración. Como un ejemplo, los estatores 234 (por ejemplo, un plano del estator compartido por los estatores 234) pueden ubicarse en una posición de aproximadamente el 50 por ciento de la longitud total  $L_1$  del ventilador 202 con conductos de geometría variable corriente abajo de la entrada 206. Como un ejemplo, los estatores 234 (por ejemplo, un plano del estator compartido por los estatores 234 o un extremo delantero de los estatores 234) se pueden ubicar a una distancia mínima  $L_4$  corriente abajo de las palas 232 del ventilador (por ejemplo, el plano del ventilador compartido por las palas 232 del ventilador o un extremo posterior de las palas 232 del ventilador). Como un ejemplo específico, no limitativo, la distancia mínima  $L_4$  puede ser aproximadamente igual a la dimensión del acorde de la pala  $C_1$  de la pala 232 del ventilador.
- 25 25 Los estatores 234 incluyen la geometría del estator (no se ilustra explícitamente). La geometría del estator incluye un grosor del estator (por ejemplo, un grosor máximo y mínimo), una cuerda del estator  $C_2$  (por ejemplo, un ancho de cordón máximo y mínimo), un giro del estator y similares. Como un ejemplo, cada estator 234 puede incluir un giro sobre la longitud del estator. Por ejemplo, el estator 234 puede girar desde un extremo próximo del estator 234 (por ejemplo, en el cubo 238) hasta un extremo distal del estator 234 (por ejemplo, en la pared 220 interior). Como un ejemplo específico, no limitativo, el giro del estator puede ser de aproximadamente 4 grados y puede variar de forma no lineal a lo largo de la longitud de la pala. Como reconocerán los expertos en la técnica, el giro del estator puede configurarse o ajustarse para acomodar las velocidades de remolino inducidas por las palas 232 del ventilador.
- 30 30 Cada estator 234 incluye la geometría del estator (no se ilustra explícitamente). La geometría del estator incluye un grosor del estator (por ejemplo, un grosor máximo y mínimo), una cuerda del estator  $C_2$  (por ejemplo, un ancho de cordón máximo y mínimo), un giro del estator y similares. Como un ejemplo, cada estator 234 puede incluir un giro sobre la longitud del estator. Por ejemplo, el estator 234 puede girar desde un extremo próximo del estator 234 (por ejemplo, en el cubo 238) hasta un extremo distal del estator 234 (por ejemplo, en la pared 220 interior). Como un ejemplo específico, no limitativo, el giro del estator puede ser de aproximadamente 4 grados y puede variar de forma no lineal a lo largo de la longitud de la pala. Como reconocerán los expertos en la técnica, el giro del estator puede configurarse o ajustarse para acomodar las velocidades de remolino inducidas por las palas 232 del ventilador.
- 35 35 Las palas 232 del ventilador y los estatores 234 están diseñados para tener una distribución de carga predeterminada que logre una condición particular de estela del aire que sale del ventilador 200 con conductos de geometría variable (por ejemplo, escape). Las palas 232 del ventilador y los estatores 234 están diseñados para minimizar el flujo de aire radial y/o el remolino de aire (por ejemplo, pérdidas de escape) y maximizar la eficiencia aerodinámica. Como ejemplo, las palas 232 del ventilador y los estatores 234 están diseñados para tener una distribución de velocidad tangencial de vórtice libre para lograr el equilibrio radial de modo que no haya flujo de aire radial en la estela, por ejemplo, en condiciones de alta velocidad. Por ejemplo, los estatores 234 pueden usarse para eliminar el remolino (o rotación de flujo) introducido por el ventilador 204 a medida que empuja el aire a través del conducto 202 de aire. La eliminación del remolino mejora el rendimiento aerodinámico del ventilador al convertir la energía del remolino de flujo en empuje.
- 40 40 Con referencia a la figura 4, y con referencia a la figura 3, como un ejemplo, el ventilador 200 con conductos de geometría variable también puede incluir la nariz 240. La nariz 240 puede cubrir el rotor 230. Por lo tanto, la nariz 240 y el cubo 238 pueden formar el cuerpo 242 central del ventilador 200 con conductos de geometría variable. Las palas 232 del ventilador y los estatores 234 pueden extenderse radialmente desde el cuerpo 242 central. El cuerpo 242 central incluye el diámetro  $D_3$  (por ejemplo, un diámetro máximo del cubo 238 y/o la nariz 240). El diámetro  $D_3$  del cuerpo 242 central define el área transversal  $A_3$  del cuerpo central (no se ilustra explícitamente). Como un ejemplo específico, no limitativo, el diámetro del cuerpo central  $D_3$  puede definir aproximadamente el treinta por ciento del diámetro del ventilador  $D_4$  (por ejemplo, el área del cuerpo central  $A_3$  puede definir aproximadamente el treinta por ciento del área del ventilador  $A_4$ ).
- 45 45 Con referencia a la figura 2, se divulga un ejemplo del sistema 110 de accionamiento para el ventilador 200 con conductos de geometría variable. El sistema 110 de accionamiento puede incluir al menos un motor 112 acoplado operativamente al ventilador 204 del ventilador 200 de conducto de geometría variable. El motor 112 puede estar ubicado dentro de la carrocería 102 del vehículo (por ejemplo, el fuselaje 108) de la aeronave 100. Como un ejemplo, y como se ilustra mejor en la figura 2, un solo motor 112 puede alimentar (por ejemplo, conducir) cada ventilador 200 con conductos de geometría variable de la aeronave 100. Como un ejemplo (no ilustrado explícitamente), cada
- 50 50 Con referencia a la figura 2, se divulga un ejemplo del sistema 110 de accionamiento para el ventilador 200 con conductos de geometría variable. El sistema 110 de accionamiento puede incluir al menos un motor 112 acoplado operativamente al ventilador 204 del ventilador 200 de conducto de geometría variable. El motor 112 puede estar ubicado dentro de la carrocería 102 del vehículo (por ejemplo, el fuselaje 108) de la aeronave 100. Como un ejemplo, y como se ilustra mejor en la figura 2, un solo motor 112 puede alimentar (por ejemplo, conducir) cada ventilador 200 con conductos de geometría variable de la aeronave 100. Como un ejemplo (no ilustrado explícitamente), cada
- 55 55 Con referencia a la figura 2, se divulga un ejemplo del sistema 110 de accionamiento para el ventilador 200 con conductos de geometría variable. El sistema 110 de accionamiento puede incluir al menos un motor 112 acoplado operativamente al ventilador 204 del ventilador 200 de conducto de geometría variable. El motor 112 puede estar ubicado dentro de la carrocería 102 del vehículo (por ejemplo, el fuselaje 108) de la aeronave 100. Como un ejemplo, y como se ilustra mejor en la figura 2, un solo motor 112 puede alimentar (por ejemplo, conducir) cada ventilador 200 con conductos de geometría variable de la aeronave 100. Como un ejemplo (no ilustrado explícitamente), cada
- 60 60 Con referencia a la figura 2, se divulga un ejemplo del sistema 110 de accionamiento para el ventilador 200 con conductos de geometría variable. El sistema 110 de accionamiento puede incluir al menos un motor 112 acoplado operativamente al ventilador 204 del ventilador 200 de conducto de geometría variable. El motor 112 puede estar ubicado dentro de la carrocería 102 del vehículo (por ejemplo, el fuselaje 108) de la aeronave 100. Como un ejemplo, y como se ilustra mejor en la figura 2, un solo motor 112 puede alimentar (por ejemplo, conducir) cada ventilador 200 con conductos de geometría variable de la aeronave 100. Como un ejemplo (no ilustrado explícitamente), cada
- 65 65 Con referencia a la figura 2, se divulga un ejemplo del sistema 110 de accionamiento para el ventilador 200 con conductos de geometría variable. El sistema 110 de accionamiento puede incluir al menos un motor 112 acoplado operativamente al ventilador 204 del ventilador 200 de conducto de geometría variable. El motor 112 puede estar ubicado dentro de la carrocería 102 del vehículo (por ejemplo, el fuselaje 108) de la aeronave 100. Como un ejemplo, y como se ilustra mejor en la figura 2, un solo motor 112 puede alimentar (por ejemplo, conducir) cada ventilador 200 con conductos de geometría variable de la aeronave 100. Como un ejemplo (no ilustrado explícitamente), cada

ventilador 200 con conductos de geometría variable puede ser alimentado (por ejemplo, accionado) por su propio motor 112.

- 5 En referencia a las figuras 2 y 4, como un ejemplo, el sistema 110 de accionamiento incluye al menos un árbol 114 de accionamiento acoplado entre el motor 112 y el ventilador 204 del ventilador 200 con conductos de geometría variable. El sistema 110 de accionamiento también puede incluir al menos una caja 116 de engranajes para proporcionar velocidad y/o conversiones de par del motor 112, a través del árbol 114 de transmisión, al ventilador 204 del ventilador 200 con conductos de geometría variable. Como se ilustra en la figura 2, el motor 112 está acoplado a dos árboles 114 de transmisión, por ejemplo, a través de al menos una caja 116 de engranajes. Como se ilustra en la figura 4, 10 cada árbol 114 de accionamiento está acoplado al ventilador 204 del ventilador 200 con conductos de geometría variable, por ejemplo, a través de al menos una caja 116 de engranajes. Como un ejemplo, y como se ilustra en la figura 2, el árbol 114 de accionamiento puede extenderse desde el motor 112, a través del ala 104 y hasta el ventilador 204. Como un ejemplo, y como se ilustra en la figura 4, el árbol 114 de accionamiento puede extenderse a través de 15 la pared 216 del conducto del conducto 202 de aire y dentro del cubo 238. El carenado 246 puede extenderse desde el cubo 238 hasta la pared 216 del conducto y cubra una parte del árbol 114 de transmisión. El carenado 246 puede incluir una geometría de carenado (por ejemplo, forma) configurada para coincidir sustancialmente con la carga aerodinámica de los estatores 234. Por lo tanto, el carenado 246 es uno de la pluralidad de estatores 234 del ventilador 200 con conductos de geometría variable.
- 20 Con referencia a la figura 4, y con referencia a la figura 3, la tobera 236 de área variable está acoplada al conducto 202 de aire en la salida 210 (por ejemplo, el extremo 212 de salida) del conducto 202 de aire. Una abertura de escape aproximadamente circular en el extremo 250 de escape de la tobera de área variable forma el escape 248 de la tobera 236 de área variable. El extremo 250 de escape es también el extremo de escape del ventilador 200 con conductos de geometría variable. El escape 248 es también el escape del ventilador 200 con conductos de geometría variable. 25 El ventilador 204 aspira aire al ventilador 200 con conductos de geometría variable a través de la entrada 206 y sale aire a través del escape 248.
- 30 La tobera 236 de área variable incluye un diámetro variable (por ejemplo, Escape)  $D_5$  en el escape 248. El diámetro  $D_5$  del escape 248 define el área de escape  $A_5$  (no ilustrada explícitamente) del ventilador 200 con conductos de geometría variable. Por lo tanto, cuando el diámetro  $D_5$  del escape 248 aumenta, también lo hace el área de escape  $A_5$  del ventilador 200 con conductos de geometría variable. Del mismo modo, a medida que disminuye el diámetro  $D_5$  del escape 248, también lo hace el área de escape  $A_5$  del ventilador 200 con conductos de geometría variable. Como 35 ejemplo, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo vertical (por ejemplo, vuelo estacionario) (figura 1), el diámetro  $D_5$  de la tobera 236 de área variable es mayor que el diámetro  $D_4$  del ventilador 204 y, por lo tanto, el área de escape  $A_5$  es mayor que el área del ventilador  $A_4$ . Como un ejemplo, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo horizontal (por ejemplo, Crucero) (figura 2), el diámetro  $D_5$  de la tobera 236 de área variable es menor que el diámetro  $D_4$  del ventilador 204 y, por lo tanto, el área de escape  $A_5$  es menor que el área del ventilador  $A_4$ . Como un ejemplo específico, no limitativo, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo vertical, la relación del área de escape 40  $A_5$  al área del ventilador  $A_4$  (por ejemplo, relación del área de escape al área del ventilador) es de aproximadamente 0.98. Como un ejemplo específico, no limitativo, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo horizontal, la relación entre el área de escape  $A_5$  y el área de ventilador  $A_4$  es aproximadamente 1.30.
- 45 En referencia a las figuras 6 y 7, y con referencia a las figuras 3 y 4, como un ejemplo, la tobera 236 de área variable se expande radialmente hacia afuera cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable en el modo de vuelo vertical, como se ilustra en la figura 7. Como un ejemplo, la tobera 236 de área variable se contrae radialmente hacia adentro cuando ventilador 200 con conductos de geometría variable en el modo de vuelo horizontal, como se ilustra en la figura 6.
- 50 Con referencia a las figuras 8 y 9, y con referencia a las figuras 6 y 7, la tobera 236 de área variable incluye pedales 256 móviles (por ejemplo, una pluralidad de pedales 256). Como ejemplo, la tobera 236 de área variable incluye un conjunto circunferencial de pedales 256 que circunscribe el eje longitudinal X. Cada pedal 256 está acoplado de manera pivotante al conducto 202 de aire en la salida 210. Como un ejemplo, el pedal 256 puede estar conectado de 55 manera articulada, por ejemplo, en la conexión 258 articulada (por ejemplo, una bisagra), a la pared 216 del conducto, por ejemplo, a la pared 220 interior y/o al canal 260 de soporte (o nervadura) de la pared 216 del conducto. Como un ejemplo específico, no limitativo, tobera 236 de área variable puede incluir dieciocho pedales 256. Sin embargo, otros números de pedales 256 también se contemplan sin limitación.
- 60 En referencia a las figuras 8 y 9, como un ejemplo, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo vertical (por ejemplo, desplazarse) (Fig. 1), cada uno de los pedales 256 pivota radialmente hacia afuera en un primer ángulo  $G_1$  distinto de cero en relación con un eje central longitudinal X del ventilador 200 con conductos de geometría variable, como se ilustra en la figura 9. Como ejemplo, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo horizontal (por ejemplo, crucero) (Fig. 2), cada uno de los pedales 256 65 pivota radialmente hacia adentro en un segundo ángulo  $G_2$  distinto de cero en relación con el eje central longitudinal X del ventilador 200 con conductos de geometría variable, como se ilustra en la figura 8. Como un ejemplo específico,

no limitante, primer ángulo  $G_1$  del pedal 256 relativo con respecto al eje X, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo vertical, puede ser aproximadamente positivo diez grados (por ejemplo, 10 grados radialmente hacia afuera en relación con el eje X). Como un ejemplo específico, no limitativo, el segundo ángulo  $G_2$  del pedal 256 en relación con el eje X, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo horizontal, puede ser aproximadamente negativo tres grados (por ejemplo, 3 grados radialmente hacia adentro en relación con el eje X).

Cada pedal 256 puede incluir el revestimiento 262 interno y el revestimiento 264 externo. El revestimiento 262 interno puede estar asociado con la pared 220 interna de la pared 216 del conducto. El revestimiento 264 externo puede estar asociado con la pared 222 externa de la pared 216 del conducto. El revestimiento 262 interno y el revestimiento 264 exterior puede converger a un punto o punta en un extremo del pedal 256 que forma el escape 248 (por ejemplo, el conducto 202 de aire opuesto). Como ejemplo, el revestimiento 262 interior puede formar una superficie aproximadamente plana (por ejemplo, plana) desde la salida 210 hasta el escape 248. Como un ejemplo, el revestimiento 264 exterior puede formar una superficie curva o contorneada desde la salida 210 hasta el escape 248.

Como un ejemplo, cuando se pivota en la dirección radialmente hacia adentro, como se ilustra en la figura 8 (por ejemplo, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo horizontal), el revestimiento 264 exterior del pedal 256 puede alinearse con y/o colindante con la pared 222 exterior de la pared 216 del conducto del conducto 202 de aire. Cuando se pivota en la dirección radialmente hacia afuera, como se ilustra en la figura 9 (por ejemplo, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo vertical), revestimiento 264 exterior del pedal 256 puede deslizarse debajo de una porción de la pared 222 exterior de la pared 216 del conducto del conducto 202 de aire.

En referencia a las figuras 6 y 7, el ventilador 200 con conductos de geometría variable incluye el sistema 266 de accionamiento. El sistema 266 de accionamiento está configurado para expandirse (Fig. 7) y retraer (Fig. 6) la tobera 236 de área variable para aumentar o disminuir el área de escape  $A_5$  del ventilador 200 con conductos de geometría variable, respectivamente. El sistema 266 de accionamiento está acoplado operativamente a cada uno (por ejemplo, todos) de los pedales 256 para girar los pedales 256 entre la posición radialmente hacia afuera (Fig. 9) y la posición radialmente hacia adentro (Fig. 8) para aumentar o disminuir el área de escape  $A_5$  del ventilador 200 con conductos de geometría variable, respectivamente. Se pueden usar diversos mecanismos diferentes como sistema 266 de accionamiento para pivotar radialmente los pedales 256 hacia adentro y hacia afuera.

Con referencia a las figuras 8-10, y con referencia a las figuras 6 y 7, como un ejemplo, cada uno de los pedales 256 incluye al menos un brazo 268 de momento acoplado rígidamente entre el revestimiento 262 interno y el revestimiento 264 interno. El brazo 268 de momento puede proporcionar soporte estructural y mantener la forma del pedal 256. Sistema 266 de actuación (Figuras 6 y 7) se pueden acoplar operativamente al brazo 268 de momento para mover (por ejemplo, pivotar) el pedal 256 entre la posición radialmente hacia afuera y la posición radialmente hacia adentro.

De acuerdo con la invención, el sistema 266 de accionamiento incluye el actuador 252 y el anillo 254 de accionamiento. El anillo 254 de actuador se extiende concéntricamente (por ejemplo, circunscribir) el eje longitudinal X y/o circunferencialmente alrededor de la tobera 236 de área variable. Expansión del anillo 254 de accionamiento expande la tobera 236 de área variable, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo vertical. La contracción del anillo 254 de accionamiento contrae la tobera 236 de área variable, cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo horizontal.

De acuerdo con la invención, el pedal 256 incluye el accesorio 270 de anillo que está acoplado al brazo 268 de momento. El anillo 254 de accionamiento está acoplado al accesorio 270 de anillo. Como ejemplo, el accesorio 270 de anillo incluye la abertura 272 (o abertura) del anillo. El anillo 254 de accionamiento se extiende circunferencialmente alrededor de los pedales 256 formando una tobera 236 de área variable y a través de la abertura del anillo 272 de cada uno de los pedales 256. Expansión del anillo 254 de accionamiento pivota los pedales 256 radialmente hacia afuera (mediante la aplicación de una fuerza radial sobre el brazo 268 de momento), cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en modo de vuelo vertical. La contracción del anillo 254 de accionamiento pedales de pivotar 256 radialmente hacia adentro (mediante la aplicación de una fuerza radial sobre el brazo 268 de momento), cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en el modo de vuelo horizontal.

Con referencia a la figura 11, y con referencia a las figuras 6-10, el actuador 252 se expande y contrae el anillo 254 de accionamiento con respecto al eje longitudinal X. El actuador 252 puede ser cualquier dispositivo de accionamiento mecánico adecuado, dispositivo de accionamiento eléctrico, dispositivo de accionamiento neumático, dispositivo de accionamiento hidráulico o una combinación de los mismos. Como un ejemplo, el actuador 252 puede incluir el pistón 274. El pistón 274 puede estar acoplado a un par de enlaces de accionamiento interconectados operativamente (por ejemplo, el primer enlace 276A de accionamiento y el segundo enlace 276B de accionamiento). Cada uno de los enlaces 276A y 276B de accionamiento puede estar acoplado a un extremo (por ejemplo, primer extremo 278A y segundo extremo 278B) del anillo 254 de accionamiento. Como un ejemplo, el pistón 274, el primer enlace 276A de accionamiento y el segundo enlace 276B de accionamiento pueden formar un conjunto de enlace de tijera, de modo que el accionamiento lineal del pistón 274 impulsa los extremos del primer enlace 276A de accionamiento y el segundo enlace 276B de accionamiento juntos y separados, accionando así el primer extremo 278A y el segundo extremo 278B.

del anillo 254 de accionamiento juntos y separados para contraer y expandir el anillo 254 de accionamiento, respectivamente.

- 5 Aunque solo un ejemplo particular del sistema 266 de accionamiento (por ejemplo, el actuador 252 y el anillo 254 de accionamiento) se ha descrito e ilustrado en las figuras 8-11, se contemplan varios otros tipos de mecanismos de actuación y pueden usarse con el mismo efecto y beneficio. Como un ejemplo (no ilustrado explícitamente), el sistema 266 de accionamiento puede incluir uno o más actuadores acoplados operativamente a uno o más de los pedales 256.
- 10 De acuerdo con lo anterior, el ventilador 200 con conductos de geometría variable divulgado para aeronaves VTOL 100 proporciona un escape de área variable 248 configurado para optimizar la entrada de aire del ventilador y lograr un empuje de alta eficiencia tanto en vuelo a alta velocidad como a baja velocidad. La tobera 236 de área variable se expande en el modo de vuelo vertical al girar un conjunto circunferencial de pedales 256 radialmente hacia afuera para maximizar el área de escape  $A_5$  del ventilador 200 con conductos de geometría variable para generar y utilizar el empuje tanto del conducto 202 de aire como del ventilador 204, aumentando beneficiosamente, por lo tanto, el rendimiento en el modo de vuelo vertical. La tobera 236 de área variable se contrae en el modo de vuelo horizontal al girar un conjunto circunferencial de pedales 256 radialmente hacia adentro para minimizar el área de escape  $A_5$  del ventilador 200 con conductos de geometría variable para generar y utilizar el empuje del ventilador 204, aumentando así de manera beneficiosa el rendimiento en el modo de vuelo horizontal. La reducción del área de escape  $A_5$  del ventilador 200 con conductos de geometría variable, cuando está en el modo de vuelo horizontal, puede permitir 20 beneficiosamente la operación a altas velocidades, por ejemplo, a velocidades de hasta aproximadamente 350 nudos (un vuelo Mach de aproximadamente 0.55) por limitar el número de Mach de la punta de la pala y evitar los efectos adversos de compresibilidad del ventilador.
- 25 El ventilador 200 con conductos de geometría variable divulgado también puede lograr beneficiosamente una relación de aumento de empuje de desplazamiento de aproximadamente 2.43. Como se usa en este documento, la relación de aumento de empuje de desplazamiento se define como la suma combinada del empuje del ventilador y el empuje del conducto dividido por el empuje del ventilador en condiciones estáticas (por ejemplo, de desplazamiento).
- 30 El ventilador 200 con conductos de geometría variable divulgado también incluye un número y una configuración de palas 232 de ventilador y estatores 234 diseñados para tener una distribución de velocidad tangencial de vórtice libre para lograr beneficiosamente el equilibrio radial en la estela de escape. El diseño del ventilador 204 (por ejemplo, las palas 232 del ventilador) y los estatores 234 pueden eliminar el flujo radial y tangencial en la estela de escape en las 35 condiciones de diseño para maximizar la eficiencia de propulsión del vuelo horizontal. Como un ejemplo, en el modo de operación de vuelo horizontal, el ventilador 200 con conducto de área variable divulgado puede alcanzar beneficiosamente una eficiencia de propulsión neta máxima de aproximadamente 0.80.
- 40 Con referencia a la figura 12, y con referencia a las figuras 1-11, se divulga una realización del método 500 para aumentar la eficiencia aerodinámica de la aeronave 100 en el modo de vuelo vertical y el modo de vuelo horizontal utilizando el ventilador 200 con conductos de geometría variable. Se pueden hacer modificaciones, adiciones u omisiones en el método 500 sin apartarse del alcance de la presente divulgación. El método 500 puede incluir más, menos u otros pasos. Además, los pasos se pueden realizar en cualquier orden adecuado.
- 45 En una implementación de ejemplo, el método 500 puede incluir el paso de proporcionar al aeronave 100 con al menos un ventilador 200 con conductos de geometría variable, como se muestra en el bloque 502. El método 500 puede incluir los pasos de posicionamiento del ventilador 200 con conductos de geometría variable en una de la orientación aproximadamente vertical, como se muestra en el bloque 504, o la orientación aproximadamente horizontal, como se muestra en el bloque 506.
- 50 En una implementación de ejemplo, el método 500 puede incluir el paso de expandir la tobera 236 de área variable con respecto al eje longitudinal X del ventilador 200 con conductos de geometría variable para aumentar el área de escape  $A_5$  del escape 248 cuando el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación aproximadamente vertical (bloque 504) para el vuelo vertical, como se muestra en el bloque 508.
- 55 Como se describió anteriormente, la tobera 236 de área variable expandible con respecto al eje longitudinal X del ventilador 200 con conductos de geometría variable (bloque 508) puede incluir pedales 256 pivotantes radialmente hacia afuera en relación con el eje longitudinal X del ventilador 200 con conductos de geometría variable para aumentar el área de escape  $A_5$  del escape 248.
- 60 Como alternativa, en una implementación de ejemplo, el método 500 puede incluir el paso de contraer una tobera 236 de área variable con respecto al eje longitudinal X del ventilador 200 con conductos de geometría variable para disminuir el área de escape  $A_5$  del escape 248 cuando se conduce con el ventilador 200 con conductos de geometría variable está en la orientación aproximadamente horizontal (bloque 506) para vuelo horizontal, como se muestra en el bloque 510.
- 65 Como se describió anteriormente, la tobera 236 de área variable de contracción con respecto al eje longitudinal X del ventilador 200 con conductos de geometría variable (bloque 510) puede incluir pedales 256 pivotantes radialmente

hacia adentro en relación con el eje longitudinal X del ventilador 200 con conductos de geometría variable para disminuir el área de escape A<sub>5</sub> del escape 248.

En una implementación de ejemplo, el método 500 puede incluir el paso de extraer aire al ventilador 200 con conductos de geometría variable a través de la entrada 206, como se muestra en el bloque 512. El método 500 puede incluir el paso de mover aire a través de la tobera 236 de área variable, como se muestra en el bloque 514. El método 500 puede incluir la etapa de salida de aire del ventilador 200 con conductos de geometría variable a través del escape 248 para generar un empuje adecuado para permitir uno de los vuelos verticales u horizontales dependiendo de la orientación del ventilador 200 con conductos de geometría variable, como se muestra en el bloque 516.

En una implementación de ejemplo, el método 500 puede incluir la etapa de transición del ventilador 200 con conductos de geometría variable desde la orientación aproximadamente horizontal hasta la orientación aproximadamente vertical, como se muestra en el bloque 518. Al colocar el ventilador 200 con conductos de geometría variable en aproximadamente orientación vertical, los pasos mostrados en los bloques 508, 512, 514 y 516 pueden repetirse para el vuelo vertical.

Como alternativa, en un ejemplo de implementación, el método 500 puede incluir la etapa de transición del ventilador 200 con conductos de geometría variable desde la orientación aproximadamente vertical hasta la orientación aproximadamente horizontal, como se muestra en el bloque 520. Al colocar el ventilador 200 con conductos de geometría variable en la orientación horizontal, los pasos mostrados en los bloques 510, 512, 514 y 516 pueden repetirse para el vuelo horizontal.

Se pueden describir ejemplos de la presente divulgación en el contexto del método 1100 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la figura 13 y la aeronave 1200 como se muestra en la figura 14. La aeronave 1200 puede ser un ejemplo de la aeronave 100 ilustrada en las figuras 1 y 2.

Durante la preproducción, el método 1100 ilustrativo puede incluir especificación y diseño, como se muestra en el bloque 1102, de la aeronave 1200 y adquisición de material, como se muestra en el bloque 1104. Durante la producción, fabricación de componentes y subconjuntos, como se muestra en el bloque 1106, y la integración del sistema, como se muestra en el bloque 1108, de la aeronave 1200 puede tener lugar. Posteriormente, la aeronave 1200 puede pasar por la certificación y entrega, como se muestra en el bloque 1110, para ser puesta en servicio, como se muestra en el bloque 1112. Mientras está en servicio, la aeronave 1200 puede programarse para mantenimiento y servicio de rutina, como se muestra en el bloque 1114. El mantenimiento de rutina y el servicio pueden incluir modificación, reconfiguración, renovación, etc. de uno o más sistemas de la aeronave 1200.

Cada uno de los procesos del método 1100 ilustrativo puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una empresa de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicios, etc.

Como se muestra en la figura 14, la aeronave 1200 producida por el método 1100 ilustrativo puede incluir la estructura 1202 de la aeronave con una pluralidad de sistemas 1204 de alto nivel y el interior 1206. Los ejemplos de sistemas 1204 de alto nivel incluyen uno o más del sistema 1208 de propulsión, sistema 1210 eléctrico, sistema 1212 hidráulico y sistema 1214 ambiental. El ventilador 200 con conductos de geometría variable y el sistema 110 de accionamiento (Figs. 1-11) divulgados en el presente documento pueden ser ejemplos del sistema 1208 de propulsión. Se pueden incluir cualquier número de otros sistemas.

El aparato y los métodos mostrados o descritos en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método 1100 de fabricación y servicio. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes a la fabricación de componentes y subconjuntos (bloque 1106) pueden manufacturarse o fabricarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 1200 está en servicio (bloque 1112). Además, uno o más ejemplos de los aparatos y métodos, o una combinación de los mismos, pueden utilizarse durante las etapas de producción (bloques 1108 y 1110), por ejemplo, proporcionando ventiladores 200 con conductos de geometría variable que logran una alta eficiencia aerodinámica tanto en el modo de vuelo vertical (por ejemplo, vuelo estacionario) y el modo de vuelo horizontal (por ejemplo, crucero de alta velocidad) de una aeronave VTOL. De manera similar, se pueden utilizar uno o más ejemplos de los aparatos y métodos, o una combinación de los mismos, por ejemplo y sin limitación, mientras la aeronave 1200 está en servicio (bloque 1112) y durante la etapa de mantenimiento y servicio (bloque 1114).

Aunque se han mostrado y descrito varios ejemplos de los aparatos y métodos divulgados, los expertos en la materia pueden realizar modificaciones al leer la especificación. La presente solicitud incluye tales modificaciones y está limitada solo por el alcance de las reivindicaciones.

El ventilador con conductos de geometría variable se divulga además para incluir estatores montados dentro de dicho conducto de aire corriente abajo de dichas palas del ventilador.

- 5 El ventilador con conductos de geometría variable se divulga en el que dichas palas del ventilador están ubicadas en una posición aproximadamente del 25 por ciento de dicha longitud total de dicho ventilador con conductos de geometría variable corriente abajo de dicha entrada, y dichos estatores están ubicados a una distancia mínima corriente abajo de dichas palas del ventilador aproximadamente igual a una dimensión de cuerda de dichas palas del ventilador.
- 10 El ventilador con conductos de geometría variable se divulga adicionalmente en un sistema de accionamiento acoplado operativamente a dicha tobera de área variable para expandir y contraer dicha tobera de área variable con respecto a dicho eje longitudinal.
- 15 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, hay una aeronave que comprende una carrocería de vehículo; y al menos un ventilador con conductos de geometría variable acoplado a dicha carrocería del vehículo, en el que dicho ventilador con conductos de geometría variable puede girar entre una orientación aproximadamente vertical y una orientación aproximadamente horizontal, y en el que dicho ventilador con conductos de geometría variable comprende un conducto de aire que tiene un conducto longitudinal eje, dicho conducto de aire que comprende una entrada de dicho ventilador con conductos de geometría variable; un ventilador montado de forma giratoria dentro de dicho conducto de aire corriente abajo de dicha entrada, dicho ventilador comprende las palas del ventilador que define un área de ventilador; y una tobera de área variable acoplada a dicho conducto de aire corriente abajo de dicho ventilador, dicha tobera de área variable comprende un escape de dicho ventilador con conductos de geometría variable que tienen un área de escape variable.
- 20
- 25 Se divulga la aeronave en el que dicha tobera de área variable se expande con respecto a dicho eje longitudinal para aumentar dicha área de escape de dicho escape cuando dicho ventilador con conductos de geometría variable está en dicha orientación aproximadamente vertical para el vuelo vertical de dicha aeronave, y dicha tobera de área variable se contrae en relación con dicho eje longitudinal para disminuir dicha área de escape cuando dicho ventilador con conductos de geometría variable está en dicha orientación aproximadamente horizontal para el vuelo horizontal de dicha aeronave.
- 30
- 35 La aeronave se divulga en el que cuando dicha tobera de área variable se expande para dicho vuelo vertical, una relación de dicha área de escape a dicha área de ventilador es aproximadamente 1.30, y cuando dicha tobera de área variable se contrae para dicho vuelo horizontal, dicha relación entre dicha área de escape y dicha área de ventilador es aproximadamente 0.98.
- 40 La aeronave se divulga en el que dicha tobera de área variable comprende una serie circunferencial de pedales acoplados de manera pivotante a dicho conducto de aire y circunscribiendo dicho eje longitudinal.
- 45 De acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método que comprende colocar un ventilador con conductos de geometría variable en una orientación aproximadamente vertical o una orientación aproximadamente horizontal, dicho ventilador con conductos de geometría variable que comprende un conducto de aire que comprende una entrada de dicho ventilador con conductos de geometría variable; un ventilador montado giratoriamente dentro de dicho conducto de aire corriente abajo de dicha entrada; y una tobera de área variable acoplada a dicho conducto de aire corriente abajo de dicho ventilador y que comprende un escape de dicho ventilador con conductos de geometría variable; uno de expandir dicha tobera de área variable con respecto a un eje longitudinal de dicho ventilador con conductos de geometría variable para aumentar un área de escape de dicho escape cuando dicho ventilador con conductos de geometría variable está en dicha orientación aproximadamente vertical para vuelo vertical; o contraer dicha tobera de área variable con respecto a dicho eje longitudinal de dicho ventilador con conductos de geometría variable para disminuir dicha área de escape de dicho escape cuando dicho ventilador con conductos de geometría variable está en dicha orientación aproximadamente horizontal para vuelo horizontal; extraer aire dentro de dicho ventilador con conductos de geometría variable a través de dicha entrada; mover dicho aire a través de dicha tobera de área variable; y sacar de dicho aire de dicho ventilador con conductos de geometría variable a través de dicho escape para generar un empuje adecuado para permitir uno de dicho vuelo vertical o dicho vuelo horizontal dependiendo de dicha orientación de dicho ventilador con conductos de geometría variable.
- 50
- 55
- 60
- 65

Aunque se han mostrado y descrito varios ejemplos de los aparatos y métodos divulgados, los expertos en la materia pueden realizar modificaciones al leer la especificación. La presente solicitud incluye tales modificaciones y está limitada solo por el alcance de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un ventilador (200) con conductos de geometría variable para el vehículo aéreo de despegue y aterrizaje vertical que comprende:
- 5 un conducto (202) de aire que tiene un eje longitudinal (X), dicho conducto (202) de aire que comprende una entrada (206) de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable;
- 10 un ventilador (204) montado de forma giratoria dentro de dicho conducto (202) de aire corriente abajo de dicha entrada (206), dicho ventilador (204) comprende palas (232) del ventilador que definen un área de ventilador (A4); y
- 15 una tobera (236) de área variable acoplada a dicho conducto (202) de aire corriente abajo de dicho ventilador (204), dicha tobera (236) de área variable que comprende un escape (248) de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable que tiene un área de escape variable (A5); y
- 15 un sistema (266) de accionamiento acoplado operativamente a dicha tobera (236) de área variable para expandirse para vuelo vertical y contraerse para vuelo horizontal dicha tobera (236) de área variable con respecto a dicho eje longitudinal (X), en el que dicho sistema (266) de accionamiento incluye un actuador (252);
- 20 en el que dicha tobera (236) de área variable comprende un conjunto circunferencial de pedales (256) acoplados de manera pivotante a dicho conducto (202) de aire y circunscribiendo dicho eje longitudinal (X);
- 25 caracterizado porque dicho sistema (266) de accionamiento incluye además un anillo (254) de accionamiento expandible y contraíble, en el que dicho anillo (254) de accionamiento está acoplado a accesorios (270) de anillo, cada uno de dichos accesorios (270) de anillo incluye una abertura (272) de anillo, y se extiende a través de dichas aberturas (272) de anillo de cada uno de dichos pedales (256);
- 30 en el que la expansión de dicho anillo (254) de accionamiento expande dicha tobera (236) de área variable y la contracción de dicho anillo (254) de accionamiento contrae dicha tobera (256) de área variable.
- 30 2. El ventilador (200) con conductos de geometría variable de la reivindicación 1, en el que dicha tobera (236) de área variable está configurada para expandirse con respecto a dicho eje longitudinal (X) para aumentar dicha área de escape (A5) de dicho escape (248) para dicho vuelo vertical.
- 35 3. El ventilador (200) con conductos de geometría variable de la reivindicación 2, en el que una relación de dicha área de escape (A5) a dicha área de ventilador (A4) es aproximadamente 1.30.
- 40 4. El ventilador con conductos de geometría variable de cualquiera de las reivindicaciones 1-2 en el que dicha tobera (236) de área variable está configurada para contraerse con respecto a dicho eje longitudinal (X) para disminuir dicha área de escape (A5) para dicho vuelo horizontal.
- 45 5. El ventilador (200) con conductos de geometría variable de la reivindicación 4, en el que una relación entre dicha área de escape (A5) y dicha área de ventilador (A4) es aproximadamente 0.98.
- 50 6. El ventilador con conductos de geometría variable de la reivindicación 1, en el que dichos pedales (256) están configurados para pivotar radialmente hacia afuera con respecto a dicho eje longitudinal (X) para aumentar dicha área de escape (A5) de dicho escape (248) para dicho vuelo vertical.
- 55 7. El ventilador con conductos de geometría variable de la reivindicación 6, en el que dichos pedales (256) están configurados para pivotar radialmente hacia afuera en un ángulo de aproximadamente diez grados positivos con respecto a dicho eje longitudinal (X) para aumentar dicha área de escape (A5) de dicho escape (248) para dicho vuelo vertical.
- 60 8. El ventilador (200) con conductos de geometría variable de cualquiera de las reivindicaciones 1, 6 o 7, en el que dichos pedales (256) están configurados para pivotar radialmente hacia dentro con respecto a dicho eje longitudinal (X) para disminuir dicha área de escape (A5) de dicho escape (248) para dicho vuelo horizontal.
- 65 9. El ventilador (200) con conductos de geometría variable de la reivindicación 8, en el que dichos pedales (256) están configurados para pivotar radialmente hacia adentro en un ángulo de aproximadamente tres grados negativos con respecto a dicho eje longitudinal (X) para disminuir dicha área de escape (A5) de dicho escape (248) para dicho vuelo horizontal.
10. El ventilador (200) con conductos de geometría variable de cualquiera de las reivindicaciones 1-11 en el que:
- 65 dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable comprende una longitud total,

dicho ventilador (204) comprende un diámetro de ventilador y una relación de dicha longitud total hasta dicho diámetro del ventilador que es aproximadamente 0.875.

5 11. El ventilador (200) con conductos de geometría variable de cualquiera de las reivindicaciones 1-10 que comprende además estatores (234) montados dentro de dicho conducto (202) de aire corriente abajo de dichas palas (232) del ventilador.

12. El ventilador (200) con conductos de geometría variable de la reivindicación 11, en el que:

10 las palas (232) del ventilador están ubicadas en una posición aproximadamente del 25 por ciento de dicha longitud total de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable corriente abajo de dicha entrada (206), y

15 dichos estatores (232) están ubicados a una distancia mínima corriente abajo de dichas palas (232) del ventilador aproximadamente igual a una dimensión de cuerda de dichas palas (232) del ventilador.

13. Un método que comprende:

20 posicionar un ventilador (200) con conductos de geometría variable para un vehículo aéreo de despegue y aterrizaje vertical en una orientación aproximadamente vertical o una orientación aproximadamente horizontal, dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable comprende:

25 un conducto (202) de aire que comprende una entrada (206) de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable;

30 un ventilador (204) montado de forma giratoria dentro de dicho conducto (202) de aire corriente abajo de dicha entrada (206);

35 una tobera (236) de área variable acoplada a dicho conducto (202) de aire corriente abajo de dicho ventilador (204) y que comprende un escape (248) de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable;

30 y

35 un sistema (266) de accionamiento acoplado operativamente a dicha tobera (236) de área variable para expandirse para vuelo vertical y contraerse para vuelo horizontal dicha tobera (236) de área variable con respecto a dicho eje longitudinal (X);

40 en el que dicha tobera (236) de área variable comprende un conjunto circunferencial de pedales (256) acoplados de manera pivotante a dicho conducto (202) de aire y circunscribiendo dicho eje longitudinal (X);

45 en el que dicho sistema (266) de accionamiento incluye un actuador (252) y un anillo (254) de accionamiento expandible y contraíble, en el que dicho anillo (254) de accionamiento está acoplado a accesorios (270) de anillo, cada uno de dichos accesorios (270) de anillo incluye un abertura (272) de anillo, y se extiende a través de dichas aberturas (272) de anillo de cada uno de dichos pedales (256); y

50 en el que la expansión de dicho anillo (254) de accionamiento expande dicha tobera (236) de área variable y la contracción de dicho anillo (254) de accionamiento contrae dicha tobera (256) de área variable;

55 uno de:

50 expandir dicha tobera (236) de área variable con respecto a un eje longitudinal de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable a través de dicho anillo (254) de accionamiento para aumentar un área de escape (A5) de dicho escape (248) cuando dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable tiene dicha orientación aproximadamente vertical para vuelo vertical; o

55 contraer dicha tobera (236) de área variable con respecto a dicho eje longitudinal de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable a través de dicho anillo (254) de accionamiento para disminuir dicha área de escape (A5) de dicho escape (248) cuando dicha variable de ventilador (200) con conductos de geometría variable tiene dicha orientación aproximadamente horizontal para vuelo horizontal;

60 extraer aire dentro de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable a través de dicha entrada (206);

65 mover dicho aire a través de dicha tobera (236) de área variable; y

sacar dicho aire de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable a través de dicho escape (248) para generar un empuje adecuado para permitir uno de dicho vuelo vertical o dicho vuelo horizontal dependiendo de dicha orientación de dicho ventilador (200) con conductos de geometría variable.

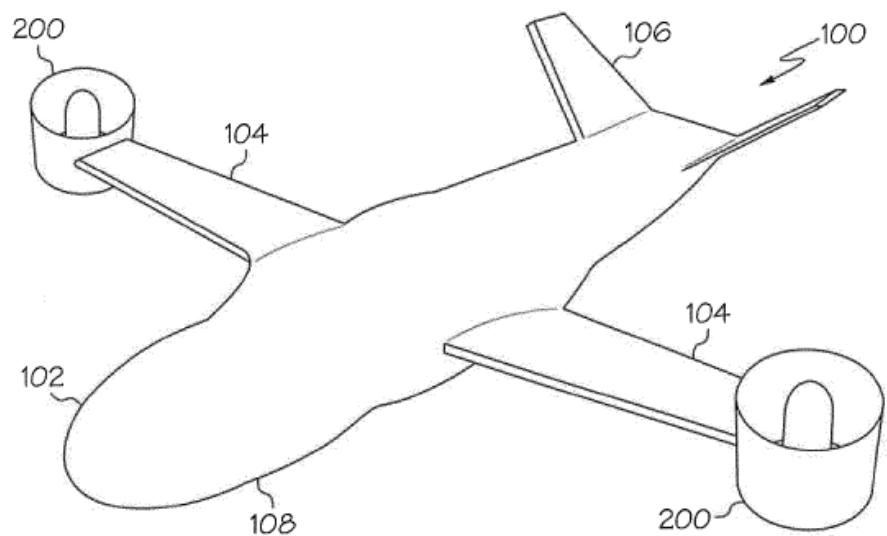


FIG. 1

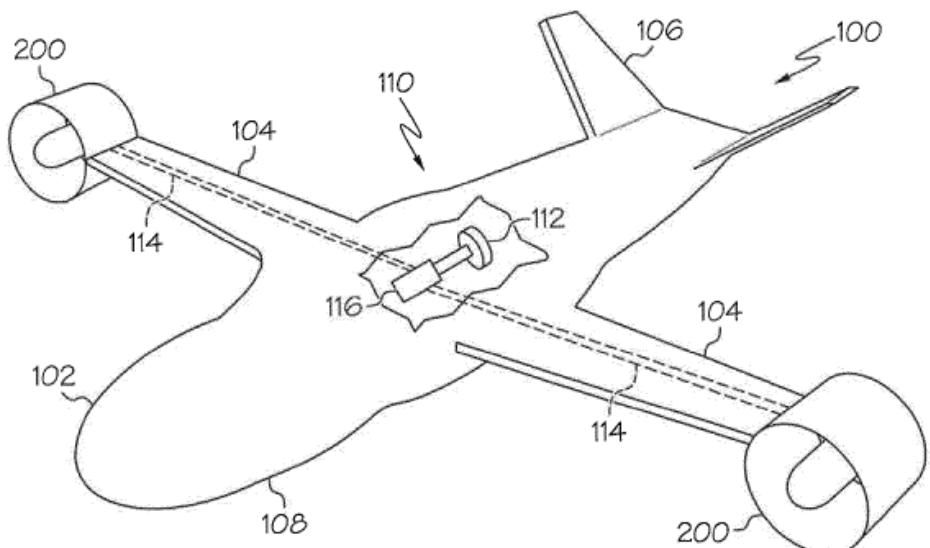


FIG. 2

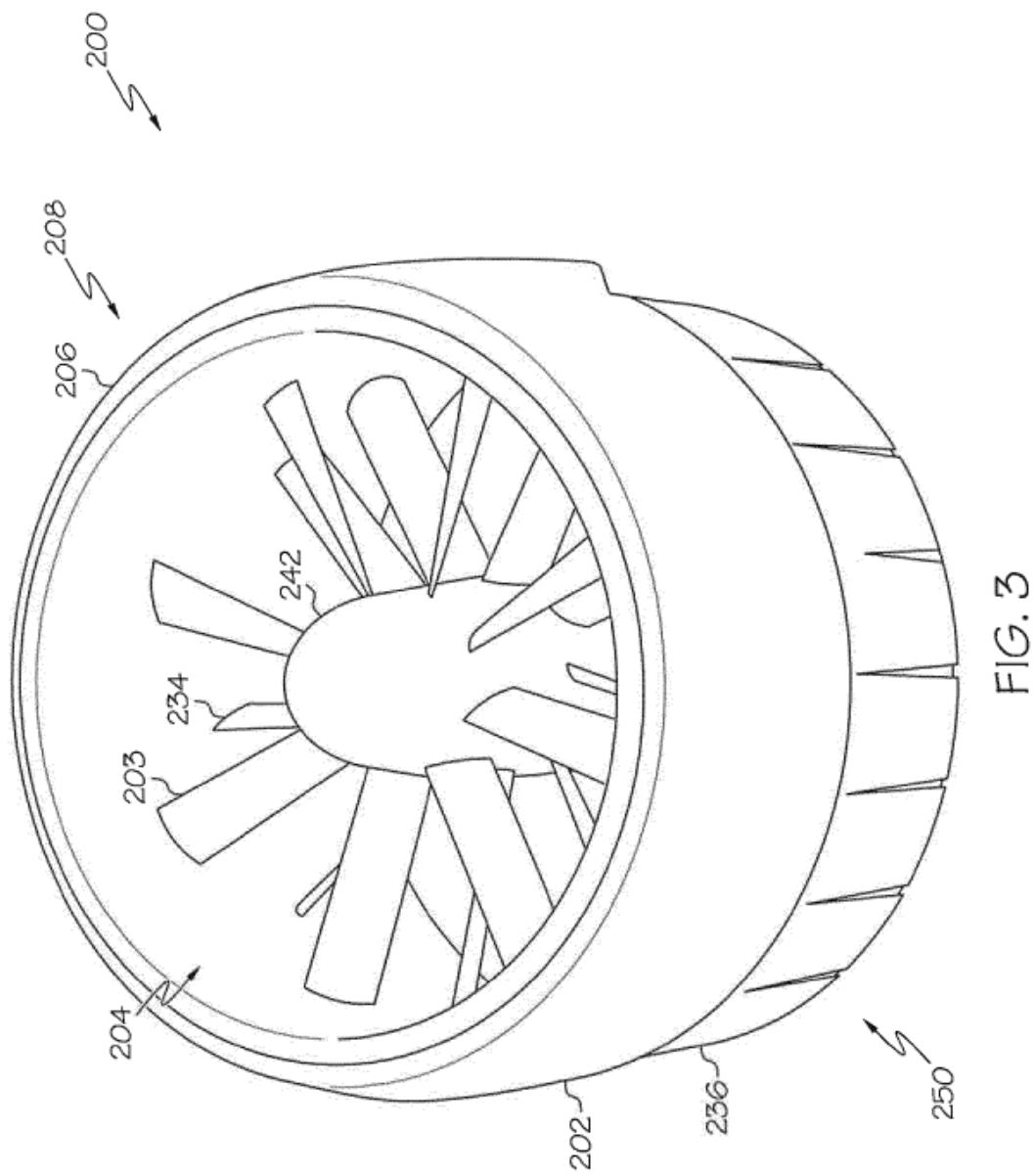


FIG. 3

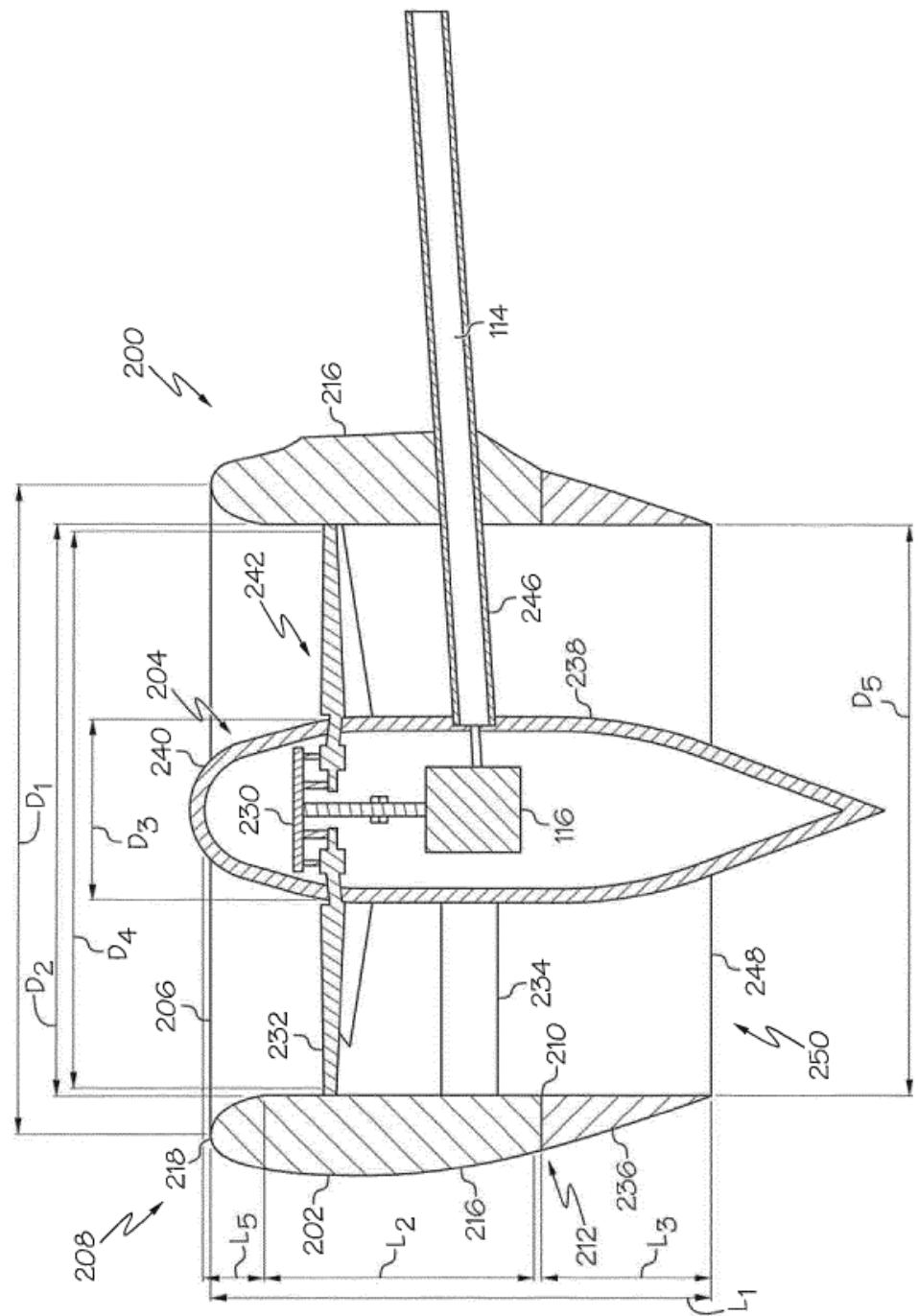


FIG. 4

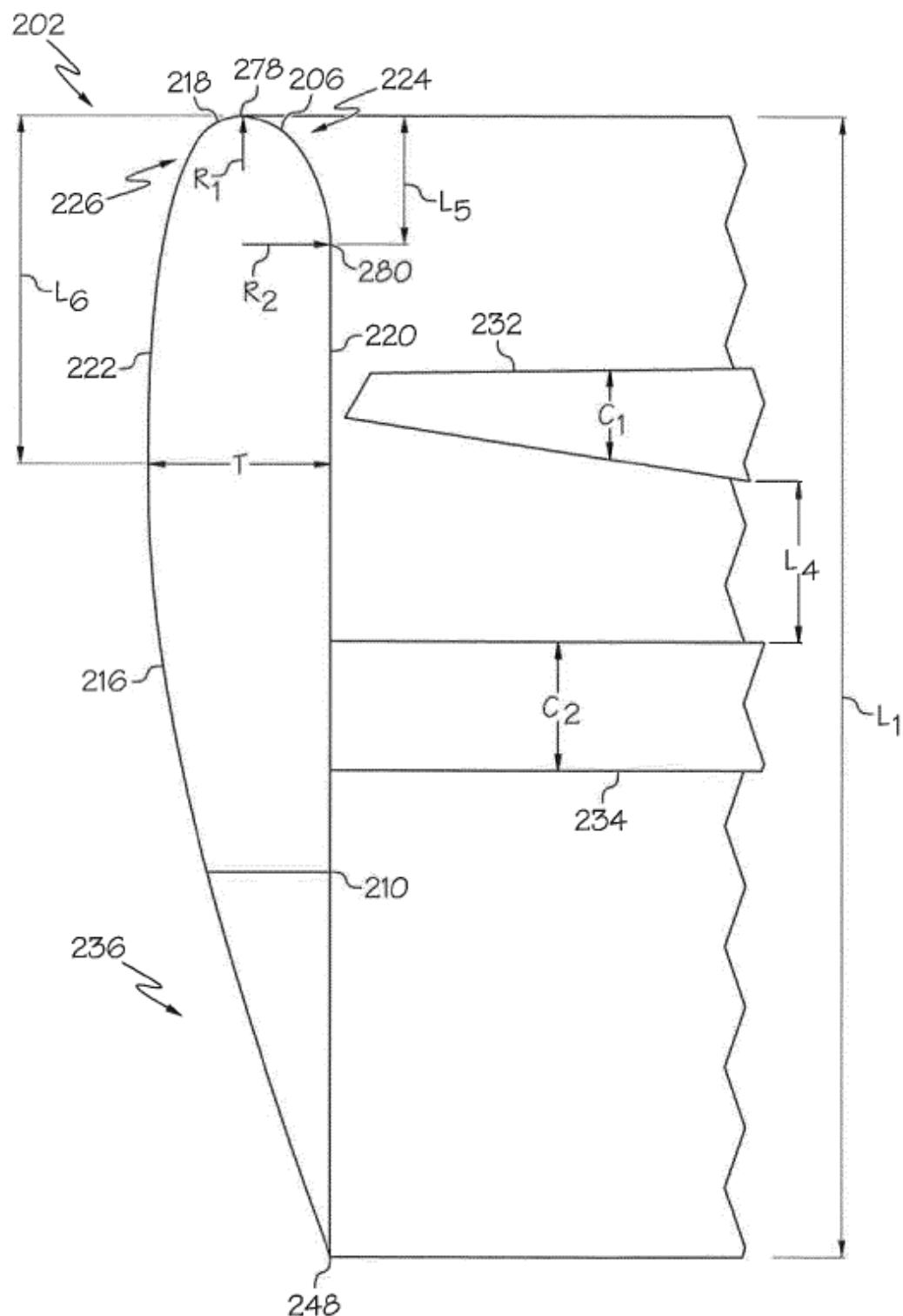


FIG. 5

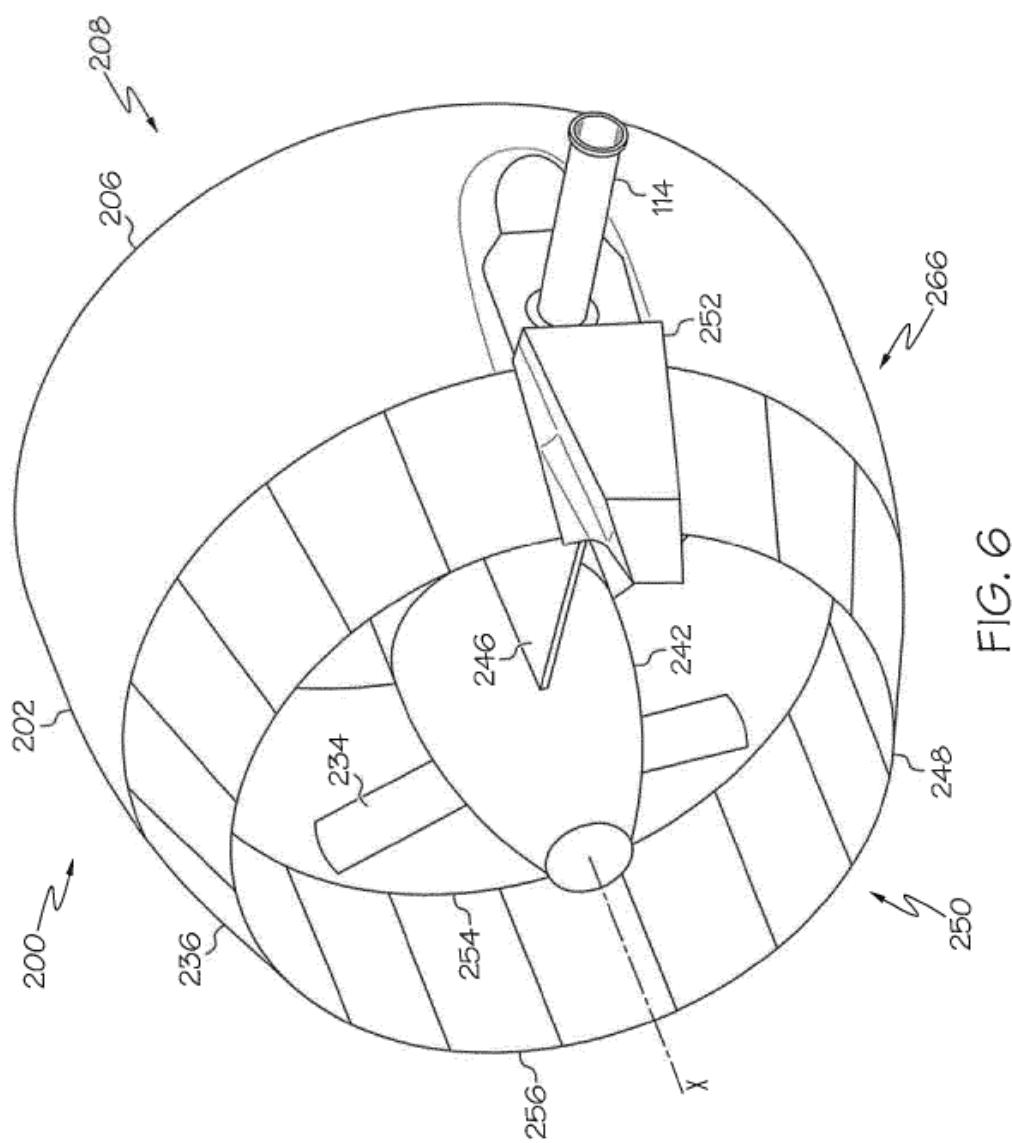
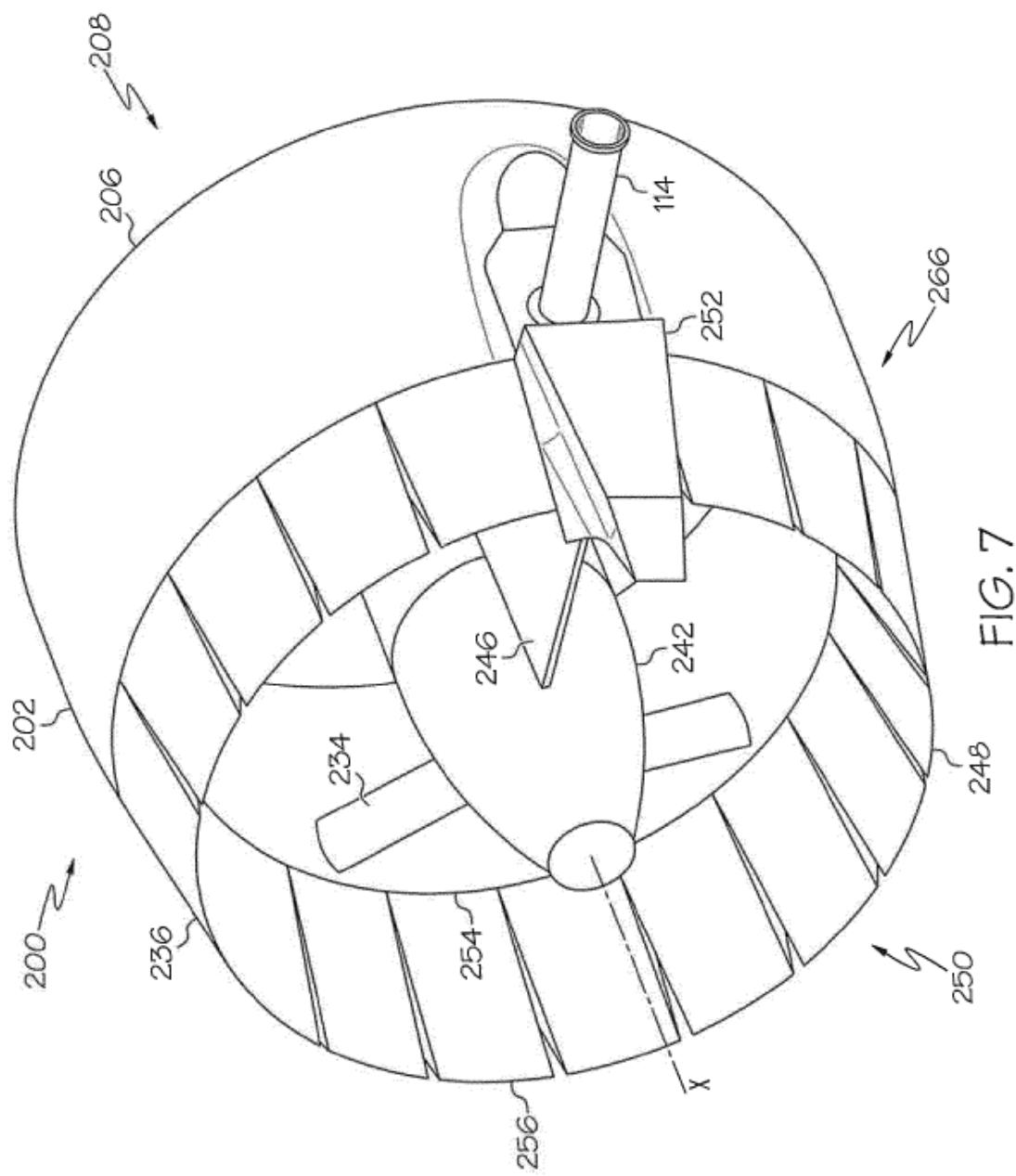
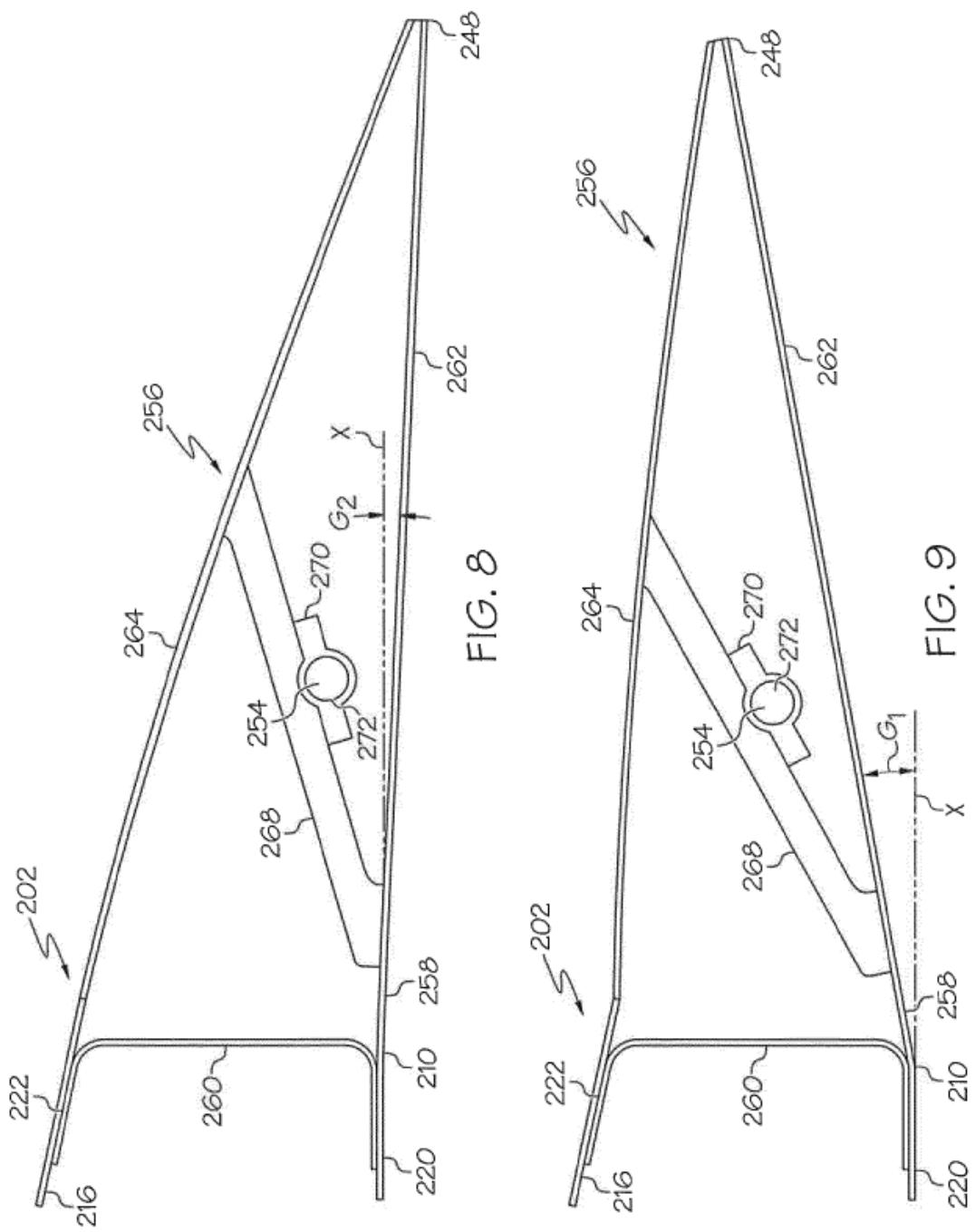


FIG. 6





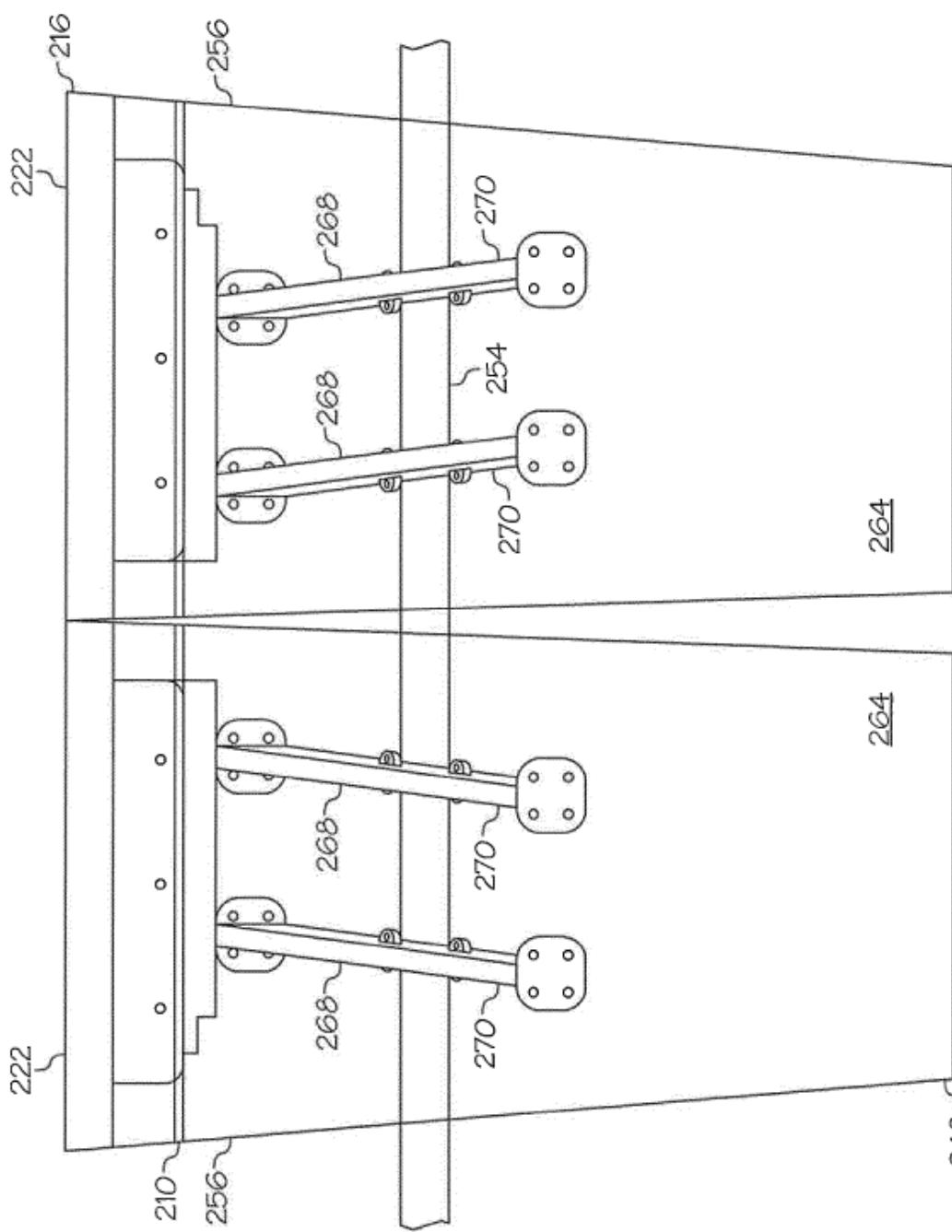


FIG. 10

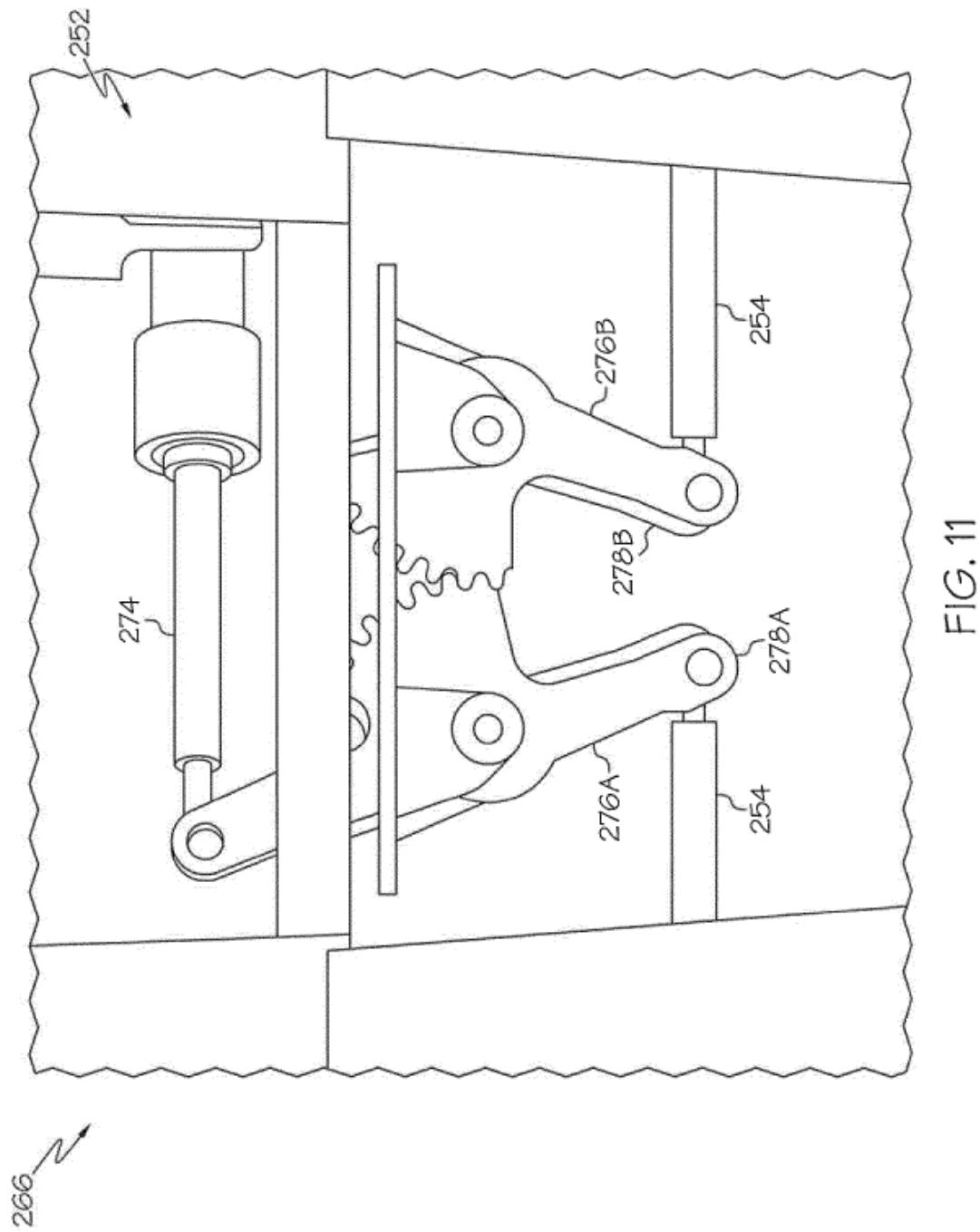


FIG. 11

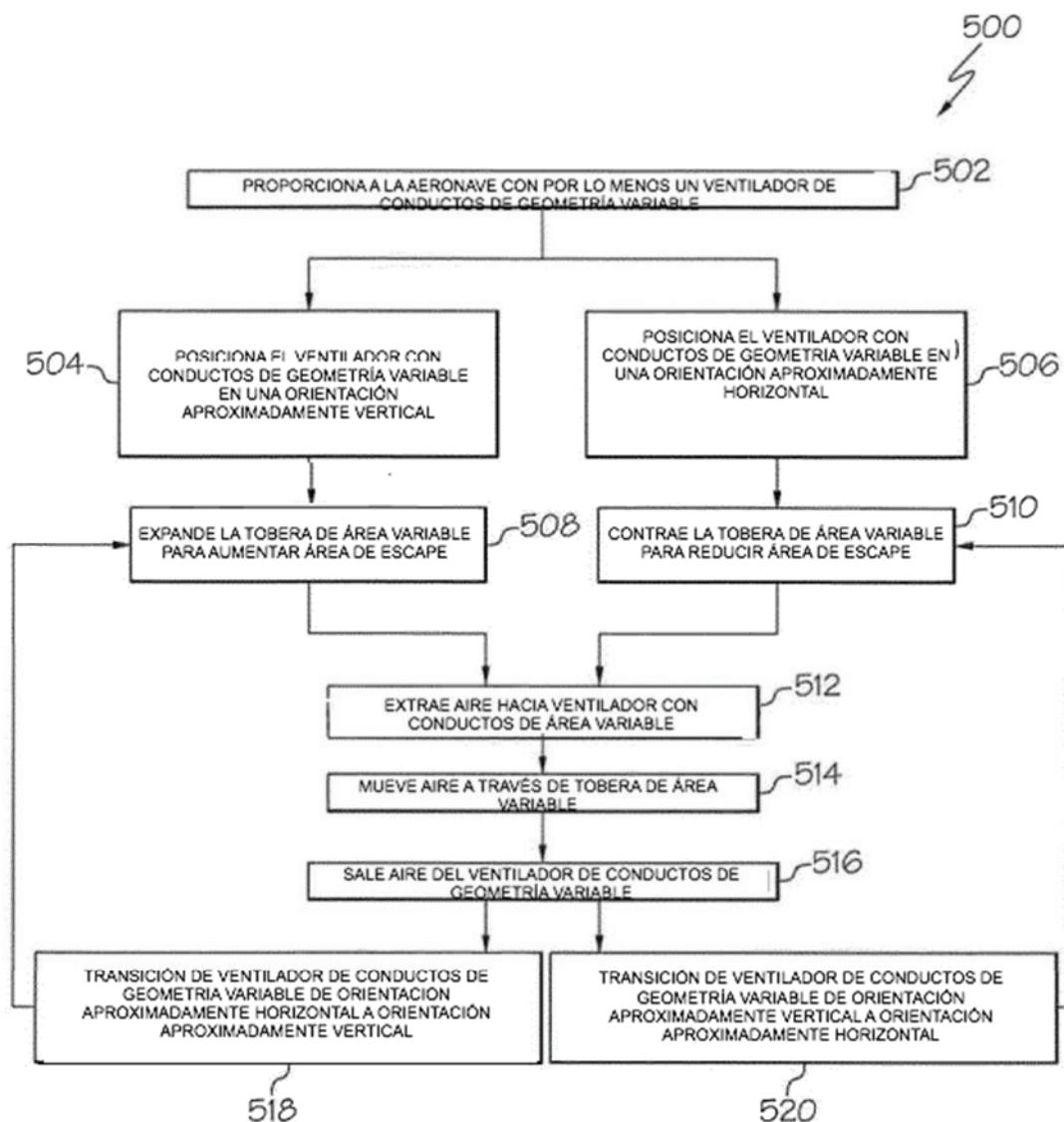


FIG. 12

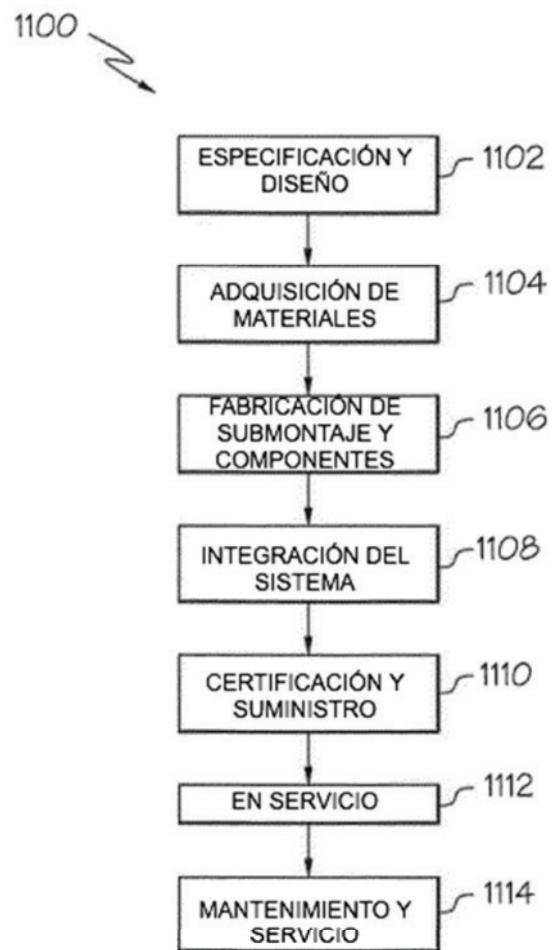


FIG. 13

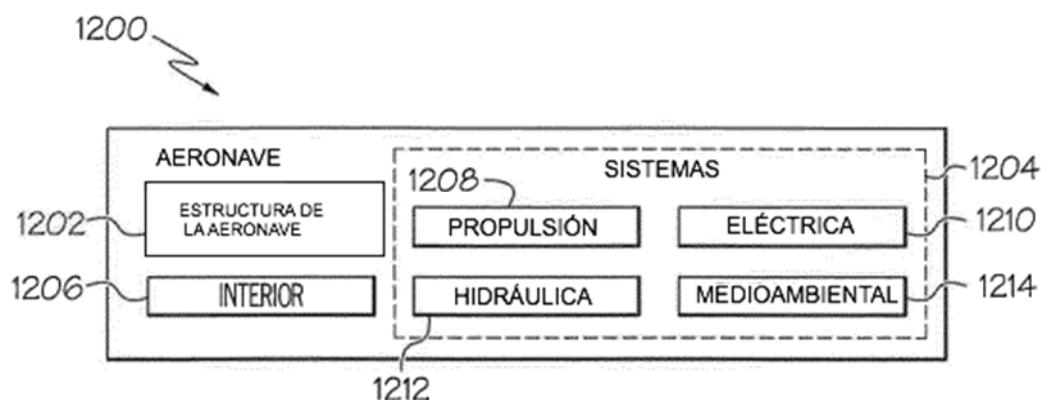


FIG. 14