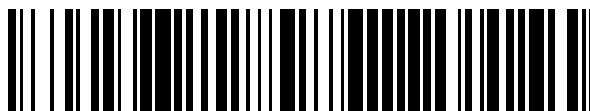


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 107**

51 Int. Cl.:

B64D 37/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2016 PCT/EP2016/076791**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2017 WO17077100**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2016 E 16791039 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3371059**

54 Título: **Intertización de depósito de combustible**

30 Prioridad:

07.11.2015 IN 3644DE2015
21.12.2015 GB 201522523

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.09.2020

73 Titular/es:

EATON INTELLIGENT POWER LIMITED (100.0%)
30 Pembroke Road
Dublin 4, IE

72 Inventor/es:

PANKAJ, SHIREESH;
JOSHI, MAHESH, PRABHAKAR;
GUPTA, SWARNIM y
MASSEY, ALAN, ERNEST

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 782 107 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

Intertización de depósito de combustible

Esta invención está relacionada con sistemas de inertización de depósito de combustible de aeronave.

Los depósitos de combustible de aeronave están ahora sujetos a requisitos de inflamabilidad de depósitos de combustible (FAR25.981b). Como resultado, un planteamiento común para cumplir este requisito es proporcionar un "sistema de inertización" que sea eficaz para reducir el gas inflamable dentro del espacio vacío que existe por encima del combustible dentro de cada depósito de combustible. Por ejemplo, los sistemas de inertización pueden comprender un sistema en el que aire enriquecido con nitrógeno (NEA, del inglés *Nitrogen Enriched Air*) es generado por un Sistema Generador de Gas Inerte A Bordo (OBIGGS, del inglés *On Board Inert Gas Generating System*) que luego es bombeado a los depósitos de combustible. Tales sistemas generalmente utilizan un módulo de separación de aire que genera NEA al hacer pasar aire (por ejemplo sangrar aire) a través de una membrana permeable de fibra hueca. Se apreciará que la aportación de cualquier sistema de inertización lleva a una penalización directa en peso y/o espacio para la aeronave (que puede dar como resultado menor autonomía y/o eficiencia de combustible). Por consiguiente, sigue existiendo el deseo de proporcionar sistemas de inertización mejorados o alternativos.

El documento WO 2013/140312 A2 describe un sistema de inertización de depósito de combustible de aeronave.

La invención se define en la reivindicación 1. La invención proporciona un sistema de inertización de depósito de combustible de aeronave, que comprende una bomba paramagnética en comunicación de fluidos con un espacio vacío de un depósito de combustible de aeronave y dispuesto, en uso, para aplicar un campo magnético a gas del espacio vacío. La bomba paramagnética proporciona una fuerza motriz para retirar oxígeno de dicho gas. El oxígeno es una sustancia paramagnética que es atraída hacia áreas de mayor intensidad de campo magnético. En contraste, el nitrógeno, el dióxido de carbono y la mayoría de combustibles de hidrocarburos son repelidos por campos magnéticos más fuertes. Así, los solicitantes han reconocido que este efecto se puede utilizar para proporcionar una fuerza motriz selectiva para oxígeno en un sistema de inertización de depósito de combustible. Por una fuerza motriz selectiva se entenderá que las realizaciones de la invención buscan aplicar una fuerza motriz selectivamente a moléculas de oxígeno en el gas de un sistema de combustible pero no a otros componentes del gas, tales como nitrógeno o hidrocarburos (tales como vapores de combustible).

La bomba paramagnética puede comprender una serie de elementos generadores de campo magnético. Los elementos generadores de campo magnético se pueden configurar, en uso, para proporcionar una secuencia de campos magnéticos discretos espaciados. Los elementos generadores de campo magnético pueden ser, por ejemplo, imanes permanentes. Como alternativa los elementos generadores de campo magnético pueden ser elementos electromagnéticos. Al proporcionar una secuencia de campos magnéticos espaciados, la bomba paramagnética de la invención puede proporcionar un espacio entre campos magnéticos adyacentes. Así, se puede atraer oxígeno a regiones en las que el campo magnético es el más fuerte mientras se puede separar nitrógeno y/o hidrocarburos y similares a los espacios entre los campos magnéticos.

Los elementos generadores de campo magnético se pueden disponer en parejas espaciadas. Por consiguiente el elemento generador de campo magnético puede comprender una serie de parejas espaciadas. Un espacio de aire se puede definir entre las parejas de elementos generadores de campo magnético de manera que las parejas generan un campo magnético por el espacio de aire entre los mismos.

La bomba paramagnética puede comprender además un impulsor para crear un campo magnético secuencial o móvil. Por ejemplo los campos magnéticos individuales pueden ser pulsados. El campo magnético puede ser cíclico. Al generar un campo magnético secuencial se puede crear una fuerza direccional que se aplica al oxígeno dentro del gas para proporcionar una fuerza motriz al oxígeno en una dirección deseada.

En algunas realizaciones el impulsor puede comprender una disposición mecánica. La disposición mecánica se puede configurar para mover una serie de imanes. Por ejemplo, la disposición mecánica puede comprender una placa rotatoria o una correa que lleva una pluralidad de elementos generadores de campo magnético (por ejemplo imanes permanentes). El impulsor puede comprender miembros de impulsión espaciados, llevando cada uno al menos un imán emparejado con un correspondiente imán en el otro miembro de impulsión. Cada uno de los miembros de impulsión espaciados puede llevar una distribución de imanes emparejados con correspondientes imanes de una distribución en el otro miembro de impulsión. El impulsor se puede disponer para mover las parejas de imanes en paralelo para generar un campo magnético móvil a través de un espacio definido entre los miembros de impulsión.

El impulsor puede comprender un controlador para conmutar selectivamente una serie de elementos generadores de campo magnético. Por ejemplo el controlador de impulsión se puede disponer para pulsar una serie de elementos generadores de campo magnético (por ejemplo electroimanes) en secuencia para proporcionar una fuerza motriz direccional a oxígeno dentro del gas. Mientras el controlador puede simplemente encender y apagar los campos magnéticos en caso de un electroimán, como alternativa el controlador puede proporcionar una disposición que interrumpe temporalmente un campo magnético de otro modo continuo (por ejemplo de un imán permanente).

5 La bomba paramagnética puede definir un conducto de gas que comprende una primera región de admisión de gas a través de la que se genera el campo magnético y una segunda región de descarga de oxígeno, en la que el campo magnético está ausente. Se apreciará que en la segunda región, el flujo de oxígeno puede ser gobernado por el momento proporcionado por la bomba paramagnética y/o una fuerza de ayuda adicional, se puede proporcionar tal como una bomba de vacío para retirar completamente el oxígeno. En la segunda región, el campo magnético puede ser bloqueado o perturbado. Por ejemplo en una disposición mecánica la segunda región pueden estar provista de un dispositivo de perturbación de campo magnético para asegurar que se puede atraer oxígeno alejándolo de la bomba. Por ejemplo, la disposición de perturbación puede ser una disposición de blindaje para bloquear o reducir localmente el campo magnético proporcionado por la bomba paramagnética.

10 En algunas realizaciones la bomba paramagnética se puede proporcionar en una región superior del depósito de combustible de aeronave. La bomba se puede proporcionar en una frontera superior del depósito de combustible y se puede extender al menos parcialmente hacia abajo adentro del espacio vacío de depósito de combustible (es decir, el espacio por encima del combustible dentro del depósito). La bomba paramagnética se puede disponer para atraer oxígeno directamente del espacio vacío. Por consiguiente, la bomba paramagnética se puede disponer para ventilar oxígeno o gas rico en oxígeno del depósito de combustible. Puede ser posible simplemente exhaustación del oxígeno o gas rico en oxígeno de la aeronave, o para usar el oxígeno o gas rico en oxígeno para finalidades secundarias.

15 Dependiendo de la eficacia del sistema particular, (y factores tales como el tamaño del depósito de combustible y los requisitos de inertización durante un perfil particular de misión de aeronave) el experto en la técnica apreciará que el sistema se podría usar como los únicos medios para atraer oxígeno del depósito de combustible para proporcionar una atmósfera inerte o se podría usar conjuntamente con otro sistema de inertización, para reducir el requisito de proporcionar aire enriquecido con nitrógeno al depósito de combustible.

20 En otras realizaciones la bomba paramagnética se podría disponer para dirigir oxígeno o aire rico en oxígeno dentro de un sistema de inertización de combustible (es decir, en una ubicación alejada del depósito de combustible pero directa o indirectamente en comunicación de fluidos con el depósito por medio del sistema de inertización). Por ejemplo, la bomba paramagnética se podría disponer dentro de un sistema de inertización de modo que se expone a flujo de gas continuo. Por ejemplo la bomba paramagnética se podría exponer a gas que es atraído del espacio vacío o sistema de ventilación.

25 En algunas realizaciones de la invención, la bomba paramagnética se puede proporcionar dentro de una unidad de separación de aire del sistema de inertización. Por ejemplo la bomba paramagnética puede estar provista de una fuente de aire y puede ser utilizada para separar aire enriquecido con oxígeno y aire enriquecido con nitrógeno para uso subsiguiente en el sistema de inertización.

30 Según una realización adicional de la invención, el módulo de separación de aire comprende una entrada para recibir una fuente de aire, una salida para exhaustación de aire enriquecido con nitrógeno y la bomba paramagnética dispuesta entre la entrada y la salida, en donde la bomba paramagnética se configura, en uso, para aplicar un campo magnético a gas que pasa a través del módulo de separación de aire, que proporciona una fuerza motriz para dirigir oxígeno desde el aire hacia una salida adicional para exhaustación de aire enriquecido con oxígeno.

35 La bomba paramagnética puede recibir aire del aire de cabina de aeronave. Como tal el sistema de inertización o módulo de separación de aire pueden comprender además disposiciones para acondicionar el aire. Por ejemplo se pueden proporcionar filtros para retirada de polvo y/o basura biológica. Se pueden proporcionar disposiciones de deshumidificación para reducir el contenido de humedad del aire.

40 El suministro de aire al módulo de separación de aire puede ser presurizado. Por consiguiente, el módulo de separación de aire o sistema de inertización pueden comprender además un compresor, por ejemplo un turbocompresor, para comprimir el aire antes de que el aire sea proporcionado a la entrada del módulo de separación de aire.

45 El módulo de separación de aire puede comprender además al menos un generador de turbulencia (por ejemplo al menos un deflector) para aumentar la turbulencia de aire que pasa a través del módulo de separación de aire. Al aumentar la turbulencia, se aumenta la longitud de camino del aire que se traslada a través del módulo de separación de aire, ayudando en la separación de oxígeno.

50 El sistema de inertización o módulo de separación de aire pueden comprender además un control de realimentación para variar el flujo de aire a través del módulo de separación de aire para controlar la producción de aire enriquecido con nitrógeno. Por ejemplo el control puede incluir un sensor de oxígeno con control por realimentación.

55 El experto en la técnica apreciará que mientras el módulo de separación de aire, según realizaciones de la invención, puede proporcionar una alternativa a módulos de separación de aire existentes; también puede ser beneficioso como sistema adicional. Por ejemplo realizaciones de la invención se podrían usar ya sea para reducir la carga en el sistema de inertización existente o para permitir un aumento de eficiencia del sistema de inertización durante un pico de

demanda (por ejemplo durante la fase de descenso del funcionamiento de una aeronave).

Si bien esta invención se ha descrito anteriormente, se extiende a cualquier combinación inventiva o subcombinación de los rasgos presentados anteriormente, en la descripción formal o las reivindicaciones o los dibujos.

5 A modo de ejemplo únicamente, ahora se describirán en detalle realizaciones de la invención con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es una representación esquemática de una aeronave que incluye un sistema de combustible que tiene un sistema de inertización de combustible;

la figura 2 es una representación esquemática del efecto paramagnético en un gas;

10 la figura 3 es una representación esquemática de un depósito de combustible que incorpora un sistema de inertización según la primera realización de la invención;

la figura 4 es una representación esquemática de una realización alternativa de la invención;

la figura 5a y 5b ilustra esquemáticamente bombas paramagnéticas para uso en realizaciones de la invención;

la figura 6 ilustra un módulo de separación de aire según las realizaciones de la invención.

15 Una aeronave típica de alas fijas 1 se ilustra esquemáticamente en la figura 1. La aeronave incluye un sistema de combustible 10 que tiene una pluralidad de depósitos de combustible 12a-e. Los depósitos 12a-e se ventilan por medio de depósitos de ventilación 13a-b. Los depósitos de ventilación permiten atraer aire al depósito de combustible conforme se consume el combustible y como resultado de cambios en la presión atmosférica externa (por ejemplo en ventilación de pabellón durante el descenso de la aeronave). Se proporciona un sistema de inertización 100 en comunicación de fluidos con los depósitos de combustible para reducir la inflamabilidad del gas dentro del espacio vacío por encima del combustible.

20 Realizaciones de la invención se basan sobre el efecto paramagnético en las que ciertas sustancias, incluido oxígeno, se atraen hacia intensidades más altas de campos magnéticos. Este efecto se ilustra esquemáticamente en la figura 2 que muestra cómo el aire puede fluir libremente entre elementos generadores de campo magnético (representado por los polos N y S) cuando el campo magnético no está presente. Sin embargo, cuando el campo magnético está presente, se atrae oxígeno al campo magnético entre los polos. Otras sustancias que son repelidas por campos magnéticos más fuertes, tales como nitrógeno e hidrocarburos, son repelidas de la holgura de aire entre los polos. Los solicitantes han identificado que este efecto puede proporcionar un efecto útil en un sistema de inertización de depósito de combustible. Según una primera realización, como se muestra en la figura 3, un depósito de combustible 12
30 contiene un combustible 13 y un espacio vacío 14 que contiene aire. Al menos una salida 41 (y en la realización ilustrada una pareja de salidas 41a y 41b) se proporciona como parte de un sistema de inertización. Un experto en la técnica apreciará que la salida puede estar provista de una válvula para asegurar que el combustible no puede entrar a la salida. Aguas arriba de la salida 41 se puede proporcionar una bomba de vacío 45. Proximal a la salida 41, o a cada salida, se proporciona una disposición de bomba paramagnética 30. En la realización ilustrada se proporcionan dos bombas sustancialmente idénticas 30a y 30b cada una asociada con una salida separada 41a, 41b. La bomba paramagnética se dispone en el espacio vacío 14 del depósito de combustible 12.

35 La bomba paramagnética 30 según esta realización comprende una serie de disposiciones magnéticas 21, 22 y 23 proporcionadas en el espacio vacío 14. Las disposiciones magnéticas se espacian en la dirección vertical. Cada disposición magnética 21, 22, 23 comprende un primer y un segundo elemento magnético opuesto dispuestos en una pareja con una holgura de aire 35 entre los mismos. Las holguras de aire 35 se alinean para definir un camino a través de la bomba paramagnética 30. Las holguras de aire 35 generalmente se extienden hacia arriba a través del espacio vacío de depósito de combustible y se alinean con la salida 41 en la superficie superior del depósito de combustible 12. Los elementos magnéticos 21, 22 y 23 son elementos electromagnéticos que se pueden encender y apagar y se controlan por medio de un controlador 50.

40 En uso, los elementos magnéticos 21, 22 y 23 se activan en secuencia. El elemento magnético más bajo 21 puede ser activado primero para provocar una atracción inicial de oxígeno alejándolo del espacio vacío. Con la activación del elemento magnético se atrae oxígeno circundante al espacio entre la pareja opuesta de elementos magnéticos. Otros gases pueden ser desplazados al espacio circundante (y se proveen de un camino de escape debido al espaciado aparte de la disposición magnética). Posteriormente el segundo elemento magnético 22 y luego el tercer elemento magnético 23 pueden ser activados 23 en secuencia. Conforme se activa cada imán, el imán anterior puede ser desactivado. Así, un bolsillo de oxígeno (o gas enriquecido con oxígeno) inicialmente atraído por el primer elemento 21 se puede mover hacia arriba al segundo elemento 22 y luego el tercer elemento magnético 23.

De esta manera la bomba paramagnética 30 puede proporcionar una fuerza motriz pulsada a oxígeno dentro del gas del espacio vacío 14 para dirigirlo en una dirección hacia arriba lejos del combustible 13 y hacia la salida 41, mientras

también se repele nitrógeno e hidrocarburo. Una vez el oxígeno llega a la salida, la bomba de vacío 45 puede ayudar a su completa retirada del depósito de combustible 12. Una vez apagado el elemento magnético más superior 23, el elemento magnético más inferior 21 será encendido nuevamente para repetir la activación secuencial de los imanes.

5 Se apreciará que mientras los elementos magnéticos 21, 22, 23 la bomba paramagnética 30 puede proporcionar en efecto una serie de impulsos al oxígeno en el gas en la práctica funcionarán como secuencia continua. Así, la bomba paramagnética 30 puede proporcionar eficazmente un efecto motor casi continuo en el oxígeno dentro del depósito de combustible para dirigirlo hacia la salida 41.

10 Mientras la realización ilustrada incluye una segunda bomba paramagnética 30b asociada con una salida separada 41b en una segunda ubicación del depósito de combustible 12, se apreciará que se puede proporcionar cualquier número apropiado de disposiciones de bomba y salida. Por ejemplo la disposición se puede seleccionar dependiendo de la máxima tasa requerida de retirada de oxígeno requerida del depósito 12. También se apreciará que no es esencial tener una relación directa de uno a uno entre salidas y bombas. Un experto en la técnica apreciará que la máxima tasa de retirada se debe determinar generalmente sobre la base de una fase de descenso del funcionamiento de aeronave.

15 Una realización alternativa de la invención se muestra en la figura 4, que muestra una perspectiva esquemática externa de un depósito de combustible con la frontera de depósito de combustible representada parcialmente transparente por claridad. Esta realización funciona sobre la base del mismo principio general que la realización de la figura 3 usando una bomba paramagnética 130 dispuesta en una región superior del depósito de combustible 12. Sin embargo, en esta realización la bomba paramagnética 130 tiene una disposición mecánica. La disposición mecánica utiliza el movimiento de una serie de imanes permanentes 120 en lugar de la conmutación de los imanes como en la realización de la figura 3. La disposición mecánica se muestra en detalle adicional en la figura 5a, y una disposición mecánica alternativa se muestra en la figura 5b.

20 En la realización de las figuras 4 y 5a la disposición de bomba paramagnética 130 se monta en una posición de manera que se extiende sustancialmente en el espacio vacío de depósito de combustible 14 pero tiene una región superior que se ubica en un rebaje que se extiende hacia arriba desde la pared de frontera superior de depósito de combustible. Esta región superior proporciona un área descargada para oxígeno y generalmente se asociará con una salida 141 (mostrada esquemáticamente). La bomba 130 de esta realización utiliza una pareja de discos rotatorios 152a y 152b que se montan en un árbol de impulsión común 151. El árbol de impulsión 151 puede ser impulsado por ejemplo por cualquier medio conveniente tal como un motor de CC. Dependiendo de la concentración de oxígeno requerida, el número de discos 152 se podría variar y como tal una ventaja de esta disposición es que es fácilmente escalable. Como los discos son coaxiales y el campo magnético se alinea axialmente a través del espacio entre discos adyacentes, se apreciará que la disposición es compacta y conveniente. Mientras una pluralidad de discos es ventajosa, puesto que se puede formar un campo magnético que se extiende a través de la holgura 135 entre discos adyacentes 152a 152b, algunas realizaciones pueden incluso comprender únicamente un único disco.

30 El elemento magnético 121, 122, 123 etc. se puede disponer en una distribución circunferencial alrededor de una parte exterior del disco 152. Cada elemento magnético se asocia con un elemento magnético emparejado en el disco adyacente, que tiene un polo opuesto de manera que en el espacio 135 entre los discos se crea un campo magnético. Los discos se forman de un material no magnético para asegurar que se proporciona un espaciado entre los campos magnéticos generados por cada elemento magnético. Este espaciado permite el escape de nitrógeno y/o hidrocarburos del gas.

35 En uso, el árbol 151 es rotado de manera que la distribución de imanes sobre los discos 152 proporciona un campo magnético rotatorio a través de la holgura de aire 135. Esta rotación sirve para proporcionar una fuerza motriz sobre el oxígeno atraído entre los imanes. Otros gases tales como nitrógeno e hidrocarburos son repelidos por el campo magnético lejos del campo magnético rotatorio por lo que no se proveen con la misma fuerza motriz rotacional direccional. Proximal a la salida 141, se proporciona una disposición de escudo magnético 145 que actúa para romper el campo magnético ("cortocircuitando" el camino magnético) entre los elementos magnéticos opuestos 121, 122, 123 de los discos 152 para permitir la liberación del oxígeno. Para extraer el oxígeno liberado cerca de la salida 141 se puede proporcionar una bomba de vacío (no se muestra) o algo semejante.

40 Durante el uso, la rotación del disco puede crear un efecto continuo de bomba de extracción sobre el oxígeno entre los discos de la bomba 130 y por lo tanto proporcionar una fuerza motriz para fomentar que el oxígeno sea movido afuera del depósito por medio de la salida 141 (que puede ser ayudado por una bomba de vacío en la salida). Se apreciará que esta realización proporciona varias variables de diseño que se pueden usar para ajustar la extracción de oxígeno, por ejemplo la espaciado o número de elementos magnéticos 121, 122, 123 etc. sobre el disco 152, el número de discos 152, la intensidad del campo magnético generado y la velocidad de rotación del árbol 151.

45 Ventajosamente una vez se ha dimensionado inicialmente un sistema, la velocidad de rotación del árbol 151 puede proporcionar una variable conveniente para permitir ajustar la tasa de retirada de oxígeno durante el uso.

50 Un realización adicional de la invención se muestra en la figura 5b en la que la disposición de discos ha sido sustituida por una correa 252 que lleva una serie de elementos magnéticos espaciados 221a, b. Los elementos definen una holgura de aire 235 entremedio para capturar oxígeno y están espaciados alrededor de la correa para permitir el

escape de otros gases (muy de la misma manera que la realización de la figura 5a).

Se apreciará que una ventaja de un sistema basado en correa puede ser la aportación de mayor flexibilidad en el montaje/geometría de la bomba dependiendo de los requisitos espaciales disponibles. En la realización ilustrada, sobre una única correa se proporcionan dos distribuciones separadas de elementos magnéticos emparejados por medio de una disposición de montaje. Sin embargo se apreciará que esta disposición puede ser variada fácilmente, dependiendo de los requisitos de sistema. Como con la disposición de discos, se proporcionará una disposición para interrumpir el campo magnético generado por los elementos magnéticos en ubicación de salida de modo que se pueda liberar oxígeno a la salida.

La figura 6 ilustra una disposición alternativa en la que la bomba paramagnética según realizaciones de la invención se utiliza en un módulo de separación de aire 300. El módulo de separación de aire 300 se podría usar por ejemplo en un sistema de inertización de otro modo convencional, en lugar de otras tecnologías de módulo de separación de aire. Como alternativa, se podría usar para suplementar este tipo de sistema existente, por ejemplo siendo usado para reducir la carga en el compresor y la bomba de vacío en un sistema de inertización de aeronave. También se apreciará que el módulo de separación de aire 300 también se podría usar conjuntamente con otras realizaciones de la invención.

El módulo de separación de aire 300 comprende un conducto que tiene una entrada 310 para recibir un suministro de aire. El suministro de aire se suministra preferiblemente a presión y puede ser suministrado por ejemplo por medio de un compresor 312. El módulo de separación de aire paramagnético 300 incluye una bomba paramagnética 330 que puede ser de configuración similar a cualquiera de las realizaciones anteriores. Sin embargo, en la realización ilustrada la bomba paramagnética 330 comprende una disposición basada en disco que esencialmente es idéntica a la usada en las realizaciones de las figuras 4 y 5a.

El aire que entra al cuerpo del módulo de separación de aire 300 por medio de la entrada 310 puede ser preacondicionado por al menos un módulo de acondicionamiento de aire 311 tal como un deshumidificador o un filtro de polvo (particularmente si la fuente es aire de cabina). Tras entrar al módulo de separación de aire, el aire puede trasladarse sobre al menos un deflector generador de turbulencia 314 que aumenta la longitud de camino del aire que se traslada a través del módulo de separación de aire 300. La bomba paramagnética 330 funciona sustancialmente de la misma manera que en las realizaciones anteriores y dirige selectivamente oxígeno desde el flujo del módulo de separación de aire 300 hacia una salida 335. Así, la salida 335 proporciona aire enriquecido con oxígeno. El flujo restante de aire presurizado a través del módulo de separación de aire 300 continúa trasladándose más allá de la bomba paramagnética 330 a una salida 320 para aire enriquecido con nitrógeno. Se apreciará que el aire enriquecido con nitrógeno puede ser dirigido entonces a un depósito de combustible para finalidades de inertización, con el aire enriquecido con oxígeno ventilado o utilizado para otras finalidades en la aeronave.

Aunque la invención se ha instruido anteriormente con referencia a sus realizaciones preferidas, se apreciará que se pueden hacer diversos cambios y modificaciones sin salir del alcance de la invención definido en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, una ventaja de realizaciones de la invención es que las prestaciones de la bomba paramagnética se pueden variar fácilmente controlando la velocidad de movimiento del campo magnético. Por consiguiente, en cualquiera de las realizaciones anteriores se pueden proporcionar un sensor de oxígeno para proporcionar control de realimentación que se puede usar para variar la velocidad de funcionamiento para proporcionar separación adicional de oxígeno cuando sea requerido (por ejemplo durante la fase de descenso de la aeronave).

Mientras la realización descrita anteriormente utiliza aire de cabina como fuente el experto en la técnica apreciará que se pueden usar otras fuentes. Por ejemplo, como alternativa se puede usar aire sangrado o aire de impacto.

También se puede apreciar que las realizaciones de la invención pueden ser necesarias conjuntamente o en combinación con otros sistemas de inertización de combustible. Por ejemplo una bomba paramagnética según la invención se podría usar en serie con un separador de fibra hueca para proporcionar una pureza más alta de NEA.

Realizaciones de la invención que usan imanes permanentes pueden beneficiarse de un bajo coste de mantenimiento. Se cree que realizaciones de la invención pueden permitir ahorro en costes, peso y/o eficiencia energética. Por ejemplo el coste de funcionamiento en comparación con sistemas de inertización existentes (particularmente unidades de separación de aire de membrana permeable) se puede reducir debido a gotitas a menor presión y mínimos requisitos para gestión térmica. En muchas realizaciones se pueden requerir únicamente componentes electrónicos limitados (por ejemplo posiblemente únicamente impulsores para motores eléctricos) que tiene las ventajas inherentes de seguridad para los sistemas de combustible de aeronave. Es más, los módulos existentes de separación de aire que utilizan tecnología de membrana permeable generalmente son relativamente voluminosos por lo que realizaciones de la invención pueden proporcionar oportunidades para reducción de peso y/o volumen del sistema de inertización.

Una ventaja adicional de realizaciones de la invención es que pueden proporcionar un sistema de inertización que se clasifica como de baja temperatura y/o baja presión. La aportación de un módulo de separación de aire de baja temperatura y baja presión es deseable y puede vencer las limitaciones de los módulos de separación de aire basados en membrana de fibra hueca de la técnica anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende:
un depósito de combustible de aeronave (12) y
- 5 un sistema de inertización de depósito de combustible de aeronave (100),
caracterizado por que el sistema de inertización de depósito de combustible de aeronave (100) comprende:
una bomba paramagnética (30) directa o indirectamente en comunicación de fluidos con el espacio vacío (14)
del depósito de combustible de aeronave (12),
- 10 la bomba paramagnética (30) se dispone, en uso, para aplicar un campo magnético a gas del espacio vacío
(14) para proporcionar una fuerza motriz para atraer oxígeno de dicho gas.
2. Un sistema según la reivindicación 1, en donde la bomba paramagnética (30) comprende una serie de
elementos generadores de campo magnético (21, 22, 23) configurados, en uso, para proporcionar una secuencia de
campos magnéticos discretos espaciados, y en donde los elementos generadores de campo magnético comprenden
una serie de parejas espaciadas dispuestas para generar un campo magnético por un espacio de aire entre los
15 mismos.
3. Un sistema según la reivindicación 1 o 2, en donde la bomba paramagnética (30) comprende además un
impulsor configurado para generar un campo magnético secuencial.
4. Un sistema según la reivindicación 3, en donde el impulsor comprende una disposición mecánica (151, 152;
251, 251) para mover la serie de elementos generadores de campo magnético (120).
- 20 5. Un sistema según la reivindicación 3, en donde el impulsor comprende miembros de impulsión espaciados
(152) cada uno lleva al menos un elemento generador de campo magnético (121, 122, 123 etc.) emparejado con un
correspondiente elemento generador de campo magnético en el otro miembro de impulsión.
6. Un sistema según la reivindicación 3, en donde el impulsor comprende un controlador (50) para conmutar
selectivamente la serie de imanes.
- 25 7. Un sistema según cualquier reivindicación anterior, en donde la bomba paramagnética (30) define un
conducto de gas, que comprende una primera región de admisión de gas, a través de la que se genera el campo
magnético y una segunda región de descarga de oxígeno, en la que el campo magnético está ausente.
8. Un sistema según cualquier reivindicación anterior, en donde la bomba paramagnética (130) se proporciona
en una región superior (131) del depósito de combustible de aeronave.
- 30 9. Un sistema según cualquier reivindicación anterior, en donde la bomba paramagnética (130) se dispone para
ventilar oxígeno o gas rico en oxígeno desde el depósito de combustible de aeronave.
10. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la bomba paramagnética (130) se
dispone para dirigir oxígeno o gas rico en oxígeno del sistema de inertización de combustible de aeronave (100).
- 35 11. Un sistema según cualquier reivindicación anterior, en donde la bomba paramagnética (330) se proporciona
dentro de un módulo de separación de aire (300) del sistema de inertización (100), el módulo de separación de aire
(300) comprende una entrada (310) para recibir una fuente de aire, una salida (320) para exhaustación de aire
enriquecido con nitrógeno y la bomba paramagnética (330) dispuesta entre la entrada (310) y la salida (320), en donde
la bomba paramagnética (330) se configura, en uso, para aplicar un campo magnético a gas que pasa a través del
módulo de separación de aire (300) que proporciona una fuerza motriz para dirigir oxígeno desde el aire hacia una
40 salida adicional (335) para exhaustación de aire enriquecido con oxígeno.
12. Un sistema según la reivindicación 11, que comprende además una cabina de aeronave, en donde la bomba
paramagnética (330) recibe aire de la cabina de aeronave.
13. Un sistema según la reivindicación 11 o 12, en donde el módulo de separación de aire (300) comprende
además al menos un generador de turbulencia (314) para aumentar la turbulencia del aire que pasa a través del
45 módulo de separación de aire (300).
14. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el sistema de inertización de depósito
de combustible de aeronave (100) comprende además un control de realimentación para variar el flujo de aire a través
del módulo de separación de aire (300) para controlar la producción de aire enriquecido con nitrógeno.

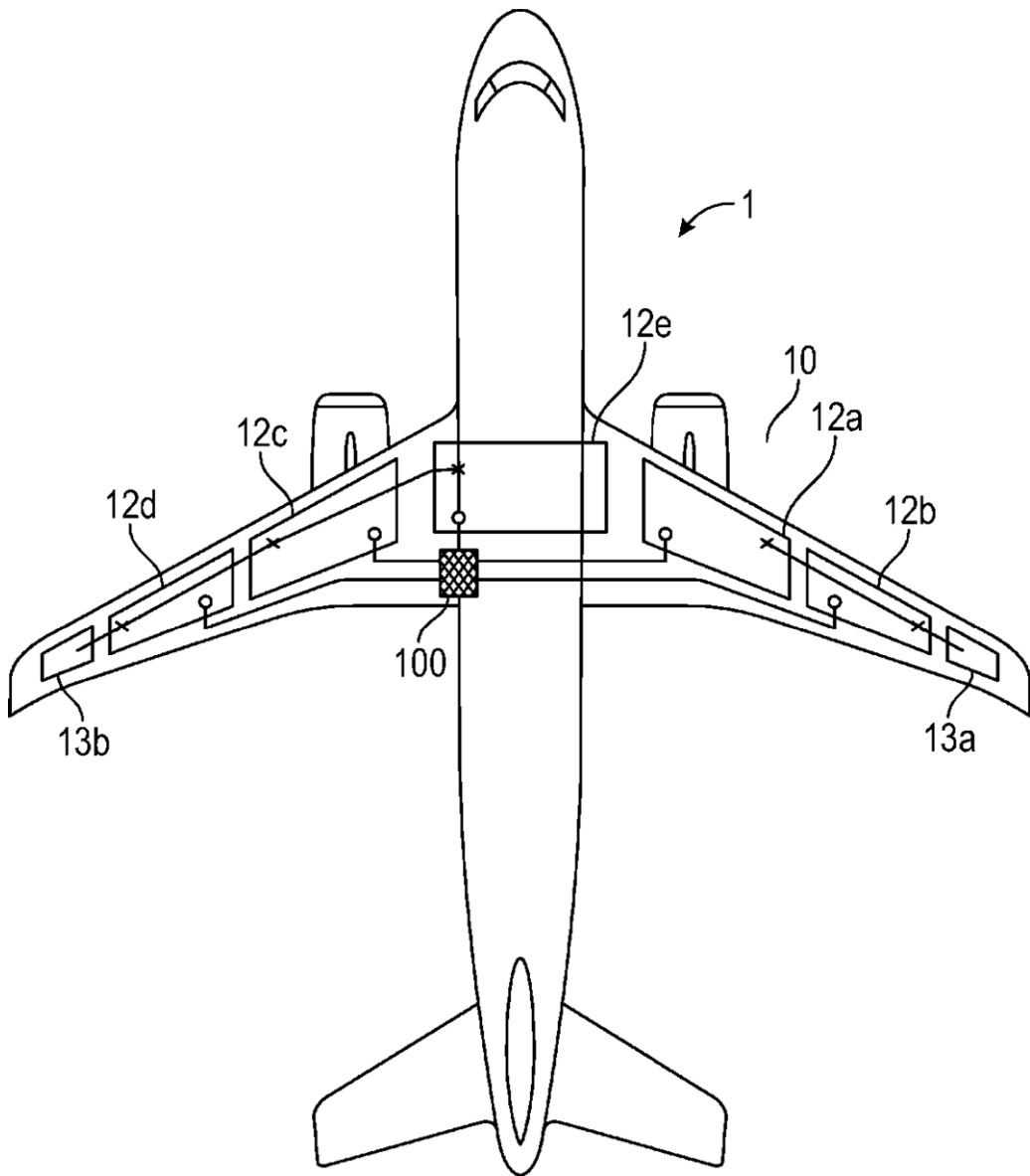


FIG. 1

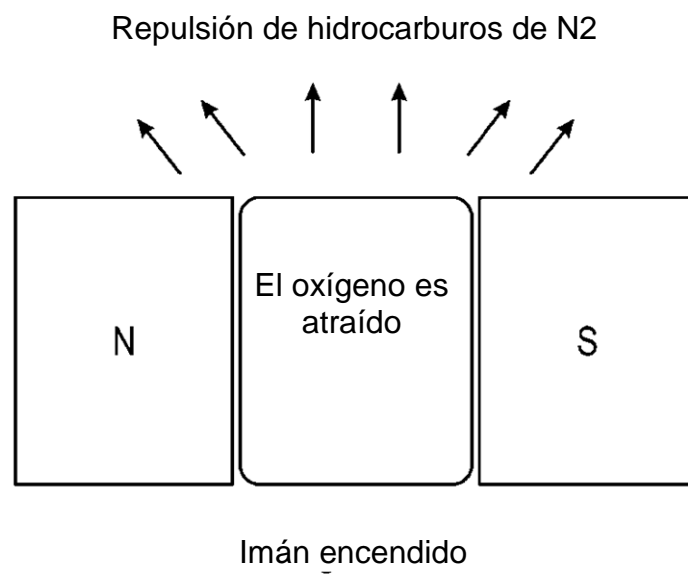
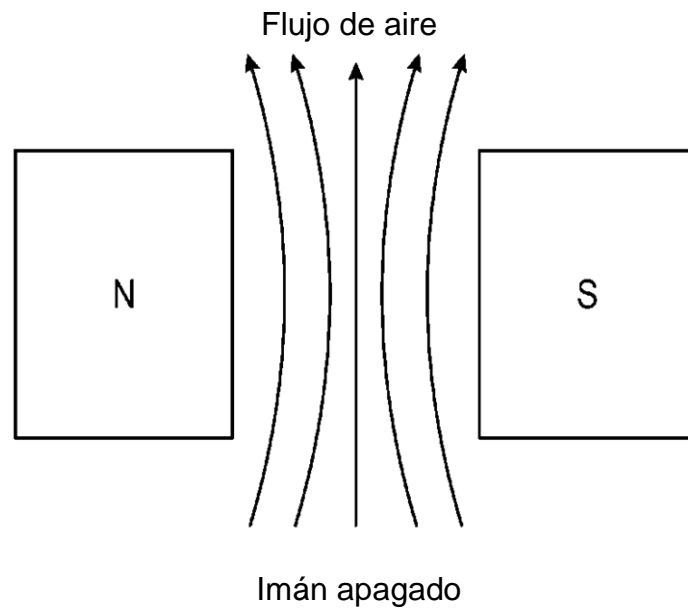


FIG. 2

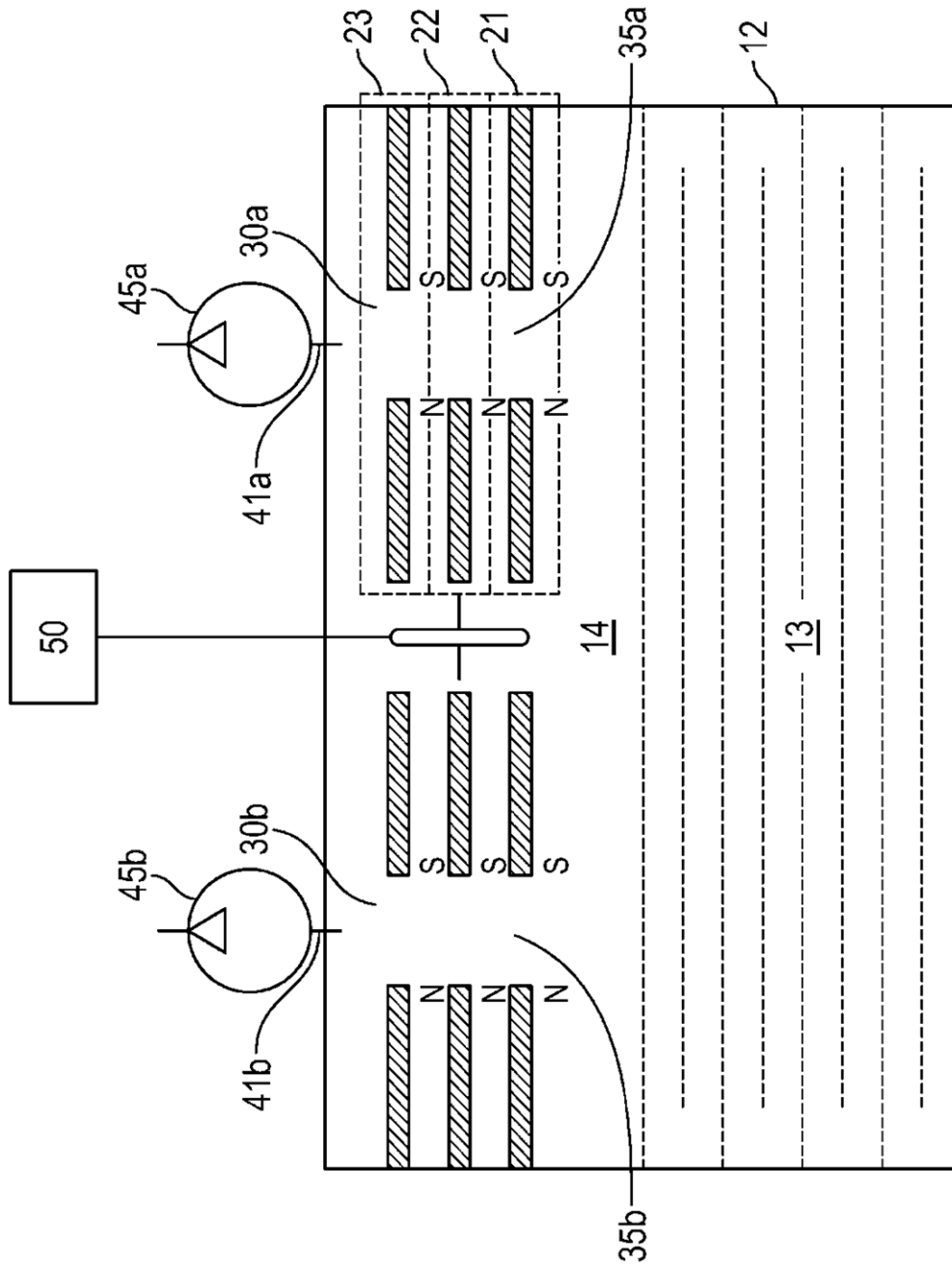


FIG. 3

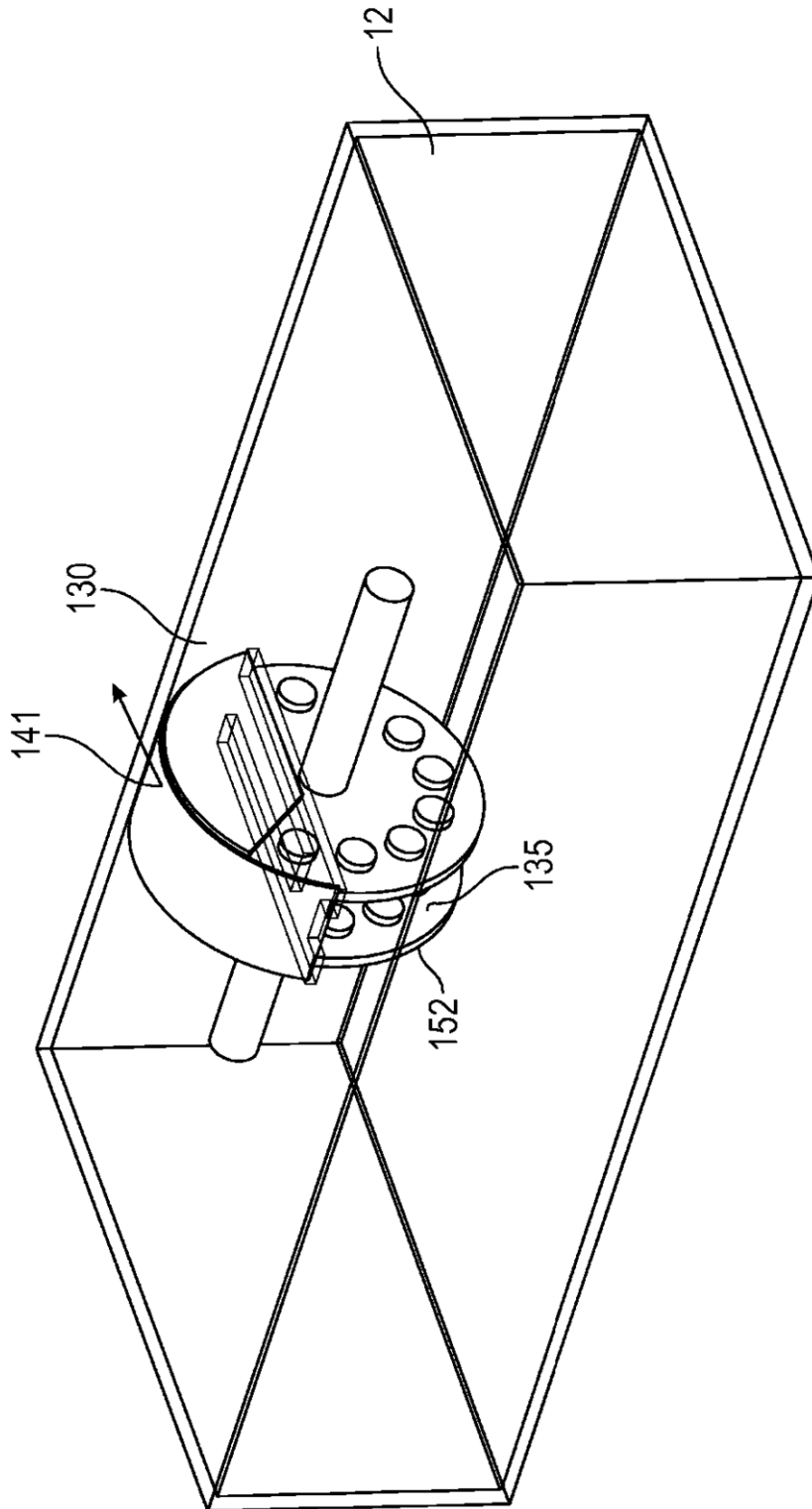


FIG. 4

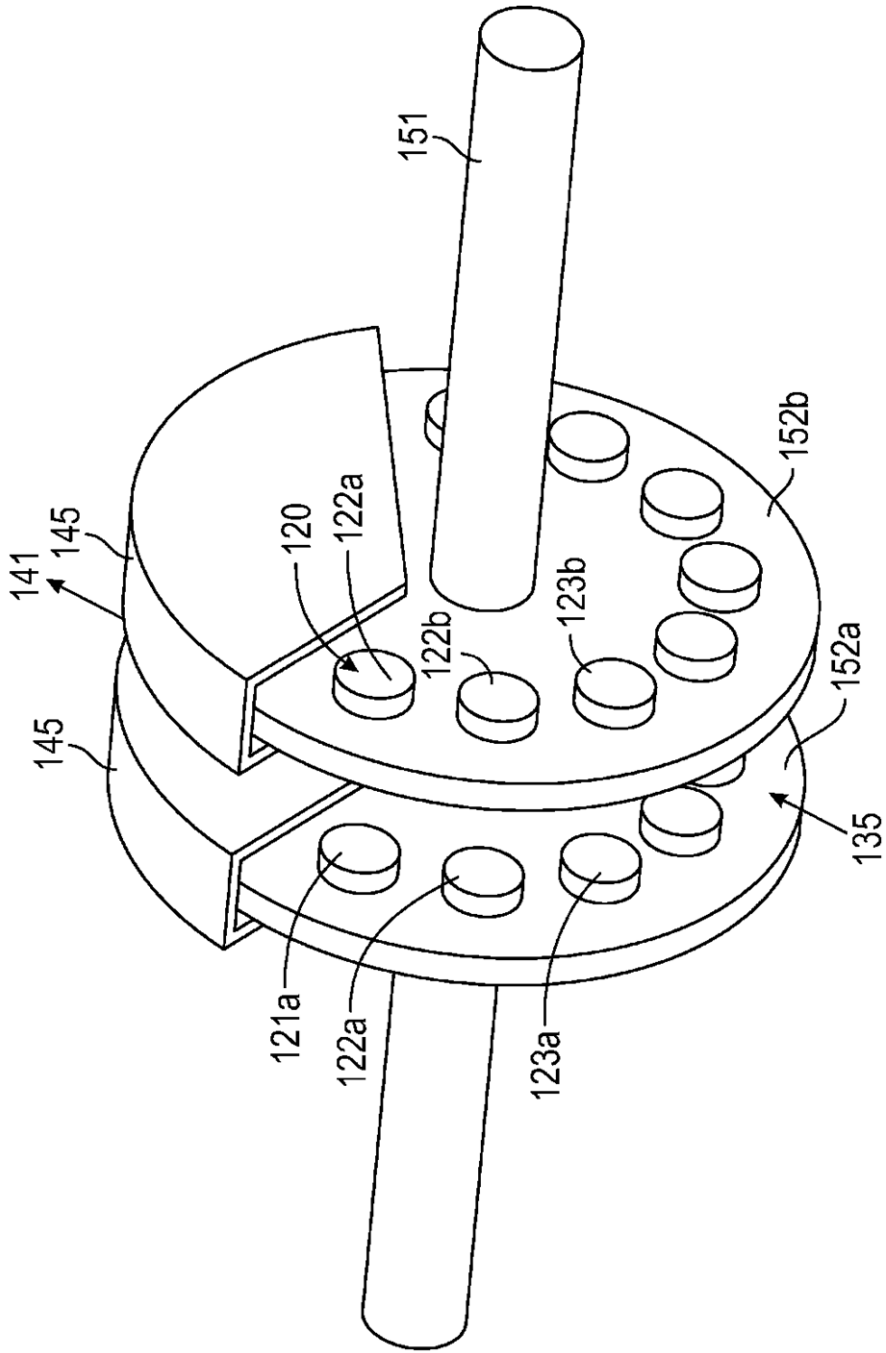


FIG. 5A

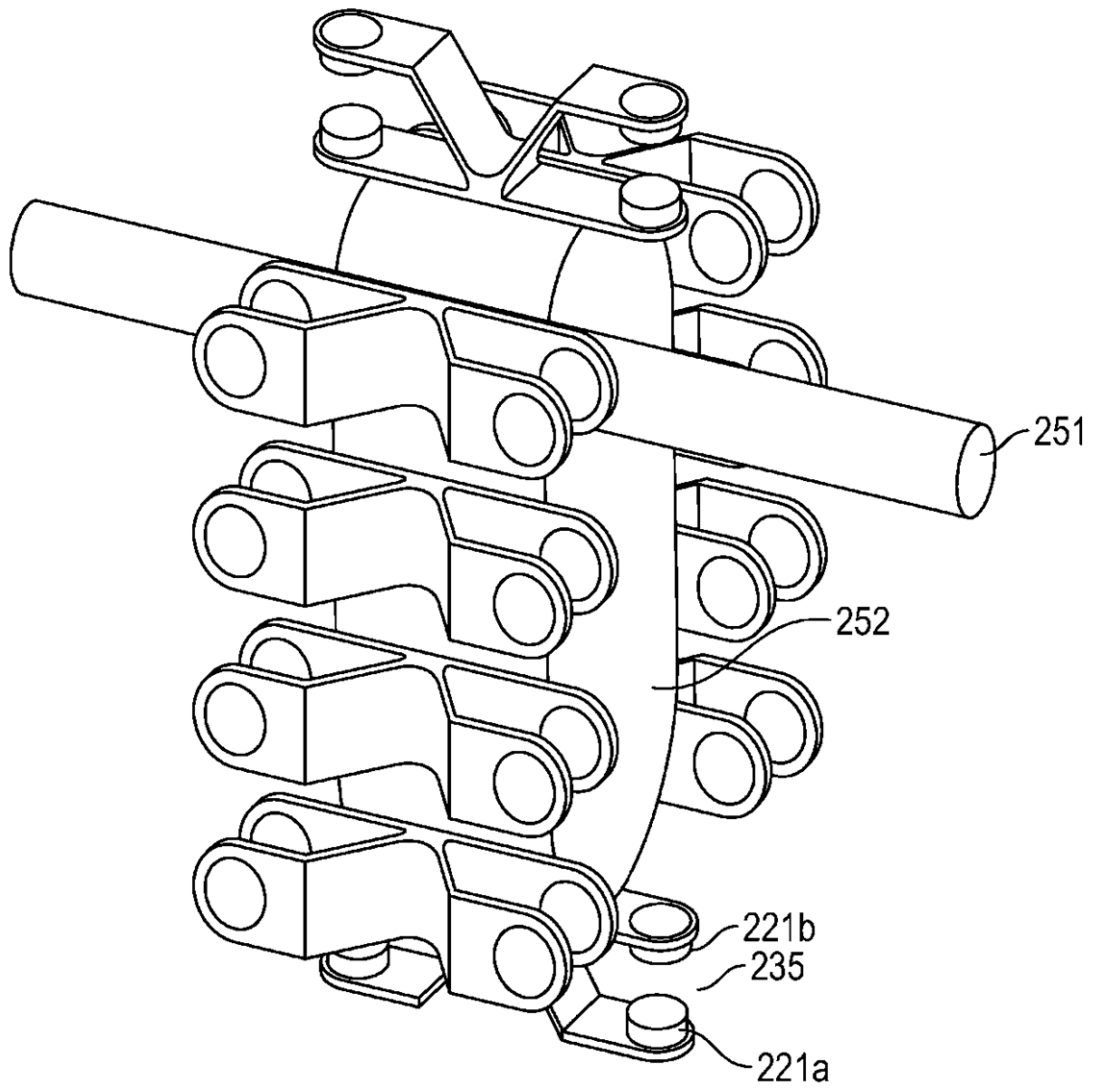


FIG. 5B

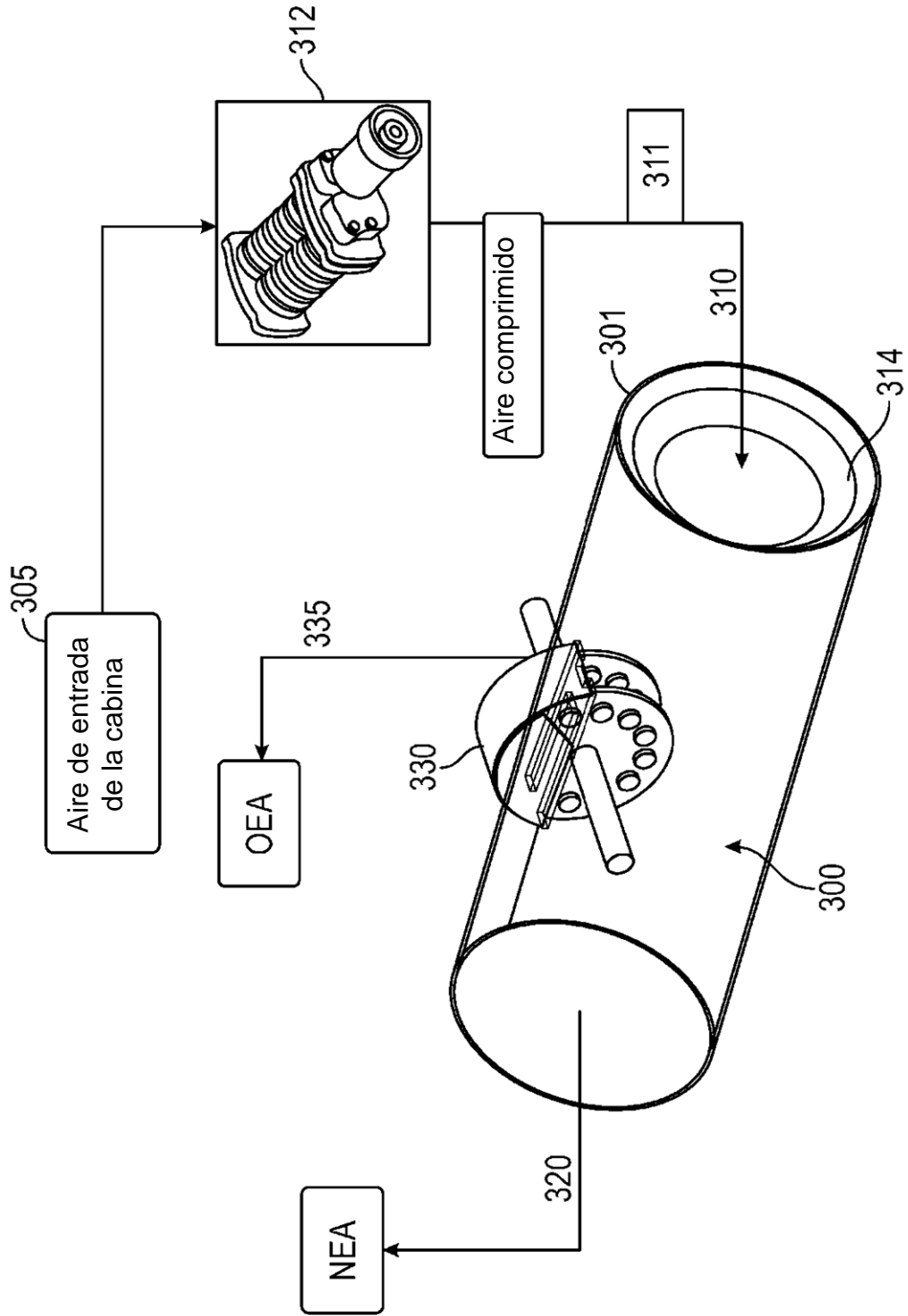


FIG. 6