

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 456 940**

51 Int. Cl.:

F16K 31/20 (2006.01)

B64D 37/00 (2006.01)

B64D 37/04 (2006.01)

B64D 39/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2004 E 12183085 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014 EP 2532934**

54 Título: **Procedimiento para proporcionar combustible a un motor o colector de reabastecimiento aéreo en una aeronave**

30 Prioridad:

29.01.2004 US 768242

29.01.2004 US 768267

29.01.2004 US 768269

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.04.2014

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)

100 North Riverside

Chicago, IL 60606-1596, US

72 Inventor/es:

HOWE, MARK E.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 456 940 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

Procedimiento para proporcionar combustible a un motor o colector de reabastecimiento aéreo en una aeronave

5 Campo técnico

La siguiente descripción se refiere en general a sistemas de tanque de combustible de aeronaves y, más particularmente, a sistemas de tanque de combustible auxiliares que se pueden instalar en los fuselajes de una aeronave.

10

Antecedentes

Las aeronaves de transporte comercial están típicamente diseñadas para llevar una determinada carga de pasajeros, mercancías o pasajeros y mercancías en un alcance determinado. Ocasionalmente, sin embargo, surge la necesidad de aumentar el alcance de la aeronave para servir a otras rutas. El aumento del alcance generalmente requiere el aumento de la capacidad de combustible de la aeronave.

15

Otra situación en la que puede ser necesario aumentar la capacidad de combustible de una aeronave se produce cuando cambia el papel de la aeronave. Por ejemplo, algunas aeronaves militares pueden servir como cisternas aéreas de reabastecimiento en un punto en el tiempo y portadores de carga en otro. En el papel de cisterna de reabastecimiento, se pueden instalar tanques auxiliares de combustible en el cuerpo (es decir, el fuselaje) para aumentar la cantidad de combustible que puede descargarse a otras aeronaves en vuelo. En el papel de portador de carga, los tanques del cuerpo pueden retirarse para aumentar la capacidad de carga. Si se añaden tanques de combustible auxiliares para aumentar el alcance o para aumentar la capacidad de descarga de combustible, deben ser relativamente fáciles de instalar y retirar, de manera que la aeronave se pueda cambiar rápidamente en la configuración deseada.

20

25

Un tipo conocido de sistema de tanque de combustible auxiliar incluye un tanque auxiliar instalado en un fuselaje de una aeronave. El sistema utiliza la presión neumática para transferir combustible desde el tanque auxiliar a un tanque central de ala de la aeronave. La fuente de la presión neumática puede ser aire de la cabina. Alternativamente, un sistema de soplador suplementario puede usarse para suministrar presión neumática cuando el aire de la cabina no es suficiente para transferir el combustible. Este tanque auxiliar de combustible en particular incluye una construcción de doble pared.

30

Otro tipo conocido de sistema de tanque de combustible auxiliar incluye un grupo de tres tanques conectados entre sí en un fuselaje de una aeronave en una disposición de relleno en cascada/vacío. Al igual que el sistema descrito anteriormente, este sistema también utiliza presión neumática para transferir combustible desde los tanques auxiliares a un tanque central de ala de la aeronave. En este sistema, sin embargo, los tanques separados se llenan en secuencia con el primer tanque de desbordamiento al siguiente y continuando hasta que todos los tanques están llenos. El combustible se transfiere fuera de los tanques a la inversa. Es decir, el último tanque se vacía primero y luego el siguiente tanque, hasta que todos los tanques están vacíos. El primer tanque en el grupo para llenar está conectado al sistema de combustible principal de la aeronave. El último tanque en el grupo para llenar está conectado al sistema de ventilación de la aeronave y a la fuente de presurización.

35

40

Un tipo conocido adicional del sistema de tanque de combustible auxiliar incluye un grupo de tres tanques que tienen colectores individuales de entrada de combustible, salida de combustible, y ventilación. Cada tanque incluye válvulas individuales para controlar el flujo de entrada y el flujo de salida de combustible desde el tanque. Además, una sola bomba de combustible accionada por un motor eléctrico puede instalarse en cada tanque para la transferencia de combustible fuera del tanque. Alternativamente, la presión neumática desde un sistema de aire de purga de la aeronave puede proporcionarse de forma individual para cada uno de los tanques para la transferencia de combustible.

45

50

Sin embargo, otro tipo conocido de sistema de tanque de combustible auxiliar incluye dos o más tanques auxiliares agrupados junto con interconexiones de deslizamiento conjunto de bajo nivel que mantienen un nivel de combustible uniforme a través de todos los tanques. El combustible se añade a los tanques a través de un colector principal de abastecimiento de combustible de la aeronave. La presión neumática desde el sistema de aire de purga de la aeronave se utiliza para el flujo de combustible desde los tanques auxiliares de combustible a los tanques estructurales de la aeronave. La ventilación de los tanques auxiliares se proporciona a través de respiraderos del sistema de combustible de las aeronaves existentes.

55

60

Un tipo conocido adicional de sistema de tanque de combustible auxiliar se puede encontrar en aeronaves de la serie KC-135. Este sistema utiliza una serie de cámaras de aire flexibles que se atan de forma permanente en una sección inferior de la estructura del fuselaje. Las cámaras de aire son interconexiones de bajo nivel que permiten que el combustible migre desde una cámara de aire a la siguiente. Un colector de abastecimiento de combustible de aeronaves proporciona combustible a las cámaras de aire para su llenado. Unas bombas accionadas con motor se utilizan para mover el combustible fuera de las cámaras de aire y devolverlo al sistema de combustible de las

65

aeronaves o a un sistema de reabastecimiento en vuelo. En este sistema, la estructura del tanque auxiliar (es decir, la cámara de aire) es de construcción de pared única.

Sumario

5 La presente descripción se dirige generalmente hacia sistemas de tanques de combustible auxiliares para aeronaves y a procedimientos para su fabricación y uso. Un colector de salida de combustible configurado de acuerdo con un aspecto de la descripción incluye un conducto y un conjunto de válvula acoplado operativamente al conducto. El conducto puede incluir una entrada de combustible configurada para extraer el combustible de un tanque. El conjunto de válvula puede estar configurado para al menos reducir el flujo de combustible a través de la entrada, cuando el combustible en el tanque cae a o por debajo de un nivel seleccionado. En un ejemplo, el conjunto de válvula puede incluir una válvula colocada de manera desplazable en el conducto, y un flotador acoplado operativamente a la válvula. El movimiento del flotador puede hacer que la válvula se mueva entre una primera posición en la que el conducto está al menos aproximadamente abierta y una segunda posición en la que el conducto está al menos aproximadamente cerrado.

20 En otro aspecto de la descripción, el conducto es un primer conducto que tiene una primera entrada de combustible y el conjunto de válvula es un primer conjunto de válvula acoplado operativamente al primer conducto. En este aspecto, el colector de salida de combustible incluye, además, un segundo conducto y un segundo conjunto de válvula acoplado operativamente al segundo conducto. El segundo conducto puede tener una segunda entrada de combustible configurada para extraer el combustible del tanque. El segundo conjunto de válvula puede estar configurado para al menos reducir el flujo de combustible a través de la segunda entrada de combustible cuando el combustible en el tanque cae a o por debajo del nivel seleccionado.

25 En un aspecto adicional de la descripción del conducto es un primer conducto configurado para transferir combustible fuera de un primer tanque a través de una primera entrada de combustible, y el conjunto de válvula es un primer conjunto de válvula acoplado operativamente al primer conducto. En este aspecto, el colector de salida de combustible comprende, además, un segundo conducto y un segundo conjunto de válvula acoplado operativamente al segundo conducto. El segundo conducto puede incluir una segunda entrada de combustible configurada para extraer el combustible fuera de un segundo cuerpo de tanque situado en posición adyacente al primer cuerpo del tanque. El segundo conjunto de válvula puede estar configurado para al menos reducir el flujo de combustible a través de la segunda entrada de combustible cuando el combustible en el segundo cuerpo del tanque baja a o por debajo de un nivel seleccionado.

35 La invención, de acuerdo con la reivindicación 1, proporciona un procedimiento en una aeronave para proporcionar combustible a al menos uno de un motor y un colector de reabastecimiento aéreo durante el vuelo.

El documento US 4913380 se considera el estado de la técnica conocido más cercano.

40 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista superior isométrica parcialmente esquemática de una aeronave con un sistema de tanque de combustible auxiliar configurado de acuerdo con una realización de la invención.

45 La figura 2 es una vista isométrica ampliada de un grupo de tanques delantero del sistema de tanque de combustible auxiliar de la figura 1 configurado de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 3 es una vista isométrica ampliada de un grupo de tanques de popa del sistema de tanque de combustible auxiliar de la figura 1 configurado de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 4 es una vista isométrica ampliada de un cuerpo de tanque configurado de acuerdo con una realización de la invención.

50 La figura 5 es una vista isométrica ampliada de un cuerpo de tanque configurado de acuerdo con otra realización de la invención.

La figura 6 es una vista isométrica ampliada de un conjunto de tanque principal de la figura 3 que ilustra características de un colector de salida de combustible configurado de acuerdo con una realización de la invención.

55 Las figuras 7A-7B son vistas ampliadas, parcialmente ocultas, en alzado lateral de un conjunto de válvula de cierre del colector de salida de combustible de la figura 6, configurado de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 8 es una vista isométrica ampliada del conjunto de tanque principal de la figura 3 que ilustra características de un colector de entrada de combustible configurado de acuerdo con una realización de la invención.

60 La figura 9 es una vista isométrica ampliada del conjunto de tanque principal de la figura 3 que ilustra características de un colector de ventilación configurado de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 10 es una vista isométrica ampliada del conjunto de tanque principal de la figura 3 que ilustra características de un sistema de medición de combustible configurado de acuerdo con una realización de la invención.

65 Las figuras 11A-11E son diagramas esquemáticos que ilustran características modulares de la presente

invención que permiten múltiples configuraciones del tanque para montarse a partir de un conjunto común de componentes de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción detallada

5 La siguiente descripción describe sistemas de tanques de combustible auxiliares para aeronaves y procedimientos para su fabricación y uso. Ciertos detalles se exponen en la siguiente descripción y en las figuras 1-11E para proporcionar una comprensión completa de diversas realizaciones de la invención. Otros detalles que describen estructuras y sistemas bien conocidos asociados a menudo con aeronaves y sistemas de tanques de combustible
10 auxiliares no se exponen en la siguiente descripción para evitar oscurecer innecesariamente la descripción de las diversas realizaciones de la invención.

Muchos de los detalles, dimensiones, ángulos y otras características que se muestran en las figuras son meramente
15 ilustrativos de realizaciones particulares de la invención. Por consiguiente, otras realizaciones pueden tener otros detalles, dimensiones, ángulos y características sin apartarse del alcance de la presente invención. Además, otras realizaciones de la invención pueden ponerse en práctica sin varios de los detalles descritos a continuación.

En las figuras, números de referencia idénticos identifican elementos al menos generalmente idénticos o similares. Para facilitar la descripción de cualquier elemento en particular, el dígito o dígitos de cualquier número de referencia
20 más significativos se refieren a la figura en la que se introdujo por primera vez ese elemento. Por ejemplo, el elemento 110 se introduce y se describe primero con referencia a la figura 1.

La figura 1 es una vista superior parcialmente esquemática isométrica de una aeronave 100 que tiene un sistema de
25 tanque de combustible auxiliar 110 configurado de acuerdo con una realización de la invención. La aeronave 100 puede incluir un fuselaje 102, un ala 104 que se extiende hacia el exterior desde el fuselaje 102, y unos motores 105 (identificados individualmente como un primer motor 105a y un segundo motor 105b) unidos al ala 104 para proporcionar un empuje de propulsión a la aeronave 100. El fuselaje 102 puede incluir un compartimento de carga delantero 106 que tiene una puerta de carga delantera 107a y un compartimento de carga trasero 108 que tiene una
30 puerta de carga trasera 107b. En un aspecto de esta realización, el sistema de tanque de combustible auxiliar 110 incluye un grupo tanques de combustible delanteros 112 situados en el compartimento de carga delantero 106 y un grupo de tanques de combustible traseros 114 colocados en el compartimento de carga trasero 108.

Como se describe en mayor detalle a continuación, los grupos de tanques delanteros y traseros 112 y 114 pueden
35 acoplarse de manera operativa a un sistema de combustible de la aeronave 130, un sistema de ventilación de la aeronave 132, y un sistema de gestión de combustible (FMS) 134 (todo se muestra esquemáticamente en la figura 1). El FMS 134 puede recibir información sobre el estado del sistema de tanque de combustible auxiliar 110 y transmitir esta información a un controlador de vuelo o a una pantalla en la cabina de la aeronave 100. Esta información puede incluir, por ejemplo, la cantidad total combinada de combustible que queda en todos los tanques auxiliares y las cantidades individuales de combustible que quedan en cada uno de los tanques. Además, como se
40 describe adicionalmente en mayor detalle a continuación, el FMS 134 también puede controlar y monitorizar los sistemas de entrada y salida del tanque de combustible auxiliares (no mostrados). El sistema de ventilación de la aeronave 132 puede mantener la presión en el sistema de tanque de combustible auxiliar 110 dentro de un intervalo de operación aceptable. El sistema de combustible de la aeronave 130 puede distribuir combustible al sistema de tanque de combustible auxiliar 110 para el llenado del grupo de tanques delanteros 112 y del grupo de tanques
45 traseros 114 durante los procedimientos previos al vuelo. En vuelo, el sistema de combustible de la aeronave 130 puede distribuir el combustible del grupo de tanques delanteros 112 y del grupo de tanques traseros 114 a los motores 105. Además, el sistema de combustible de la aeronave 130 también puede distribuir combustible desde el grupo de tanques delanteros 112 y el grupo de tanques traseros 114 a un sistema de reabastecimiento aéreo (no mostrado) si la aeronave 100 incluye un sistema de reabastecimiento de combustible de este tipo. Alternativamente,
50 el sistema de combustible de la aeronave 130 puede distribuir el combustible del sistema de reabastecimiento aéreo para el grupo de tanques delanteros 112 y el grupo de tanques traseros 114, si se desea.

En otro aspecto de esta realización, el grupo de tanques delanteros 112 incluye un primer conjunto de tanque principal 120a y un primer conjunto de tanque de extremo 122a. El grupo de tanques traseros 114 puede incluir un
55 segundo conjunto de tanque principal 120b, un conjunto de tanques medios 121, y un segundo conjunto de tanque de extremo 122b. En la realización ilustrada, el conjunto de tanques medios 121 y el conjunto de tanque de extremo 122 son conjuntos de tanques "esclavos". Como se describe en mayor detalle a continuación, estos tanques son tanques esclavos porque se llenan y se drenan a través de equipos colocados en los correspondientes tanques "principales" 120.

En un aspecto adicional de esta realización, cada uno de los conjuntos de tanques 120, 121, y 122 está conformado y dimensionado para encajar individualmente a través de las puertas de carga 107 sin un desmontaje sustancial. Por ejemplo, en referencia al grupo de tanques delanteros 112, el primer conjunto de tanque principal 120a está configurado para pasar a través de la puerta de carga delantera 107a y colocarse de forma desmontable próximos a
65 un mamparo trasero 103a en el compartimento de carga delantero 106. Se proporciona suficiente espacio entre el primero conjunto de tanque principal 120a y el mamparo 103a, de manera que el personal de mantenimiento pueda

acceder a las interfaces entre el grupo de tanques delanteros 112 y el sistema de combustible de la aeronave 130, el sistema de ventilación de la aeronave 132, y el FMS 134. El primer conjunto de tanque de extremo 122a también está configurado para pasar a través de la puerta de carga delantera 107a, y está además configurado para acoplarse operativamente al primer conjunto de tanque principal 120a. Haciendo referencia al grupo de tanques traseros 114, el segundo conjunto de tanque principal 120b está configurado para pasar a través de la puerta de carga trasera 107b y colocarse próximo a un mamparo delantero 103b en el compartimento de carga trasero 108. Al igual que el primer conjunto de tanque principal 120a, el segundo conjunto de tanque principal 120b está separado del mamparo trasero 103b para que el personal de mantenimiento pueda acceder a las interfaces entre el grupo de tanques traseros 114 y el sistema de combustible de la aeronave 130, el sistema de ventilación de la aeronave 132, y el FMS 134. El conjunto de tanques medios 121 y el segundo conjunto de tanque de extremo 122b también están configurados para pasar a través de la puerta de carga trasera 107b, y están configurados además para acoplarse operativamente al segundo conjunto de tanque principal 120b en serie.

El número y la disposición de los tanques de combustible auxiliares colocados en el compartimento de carga delantero 106 o en el compartimento de carga trasero 108 se pueden variar para satisfacer requisitos particulares de alcance y/o de carga de combustible. Por ejemplo, dos tanques de combustible auxiliares se pueden colocar en el compartimento de carga delantero 106 como se ilustra en la figura 1 moviendo primero el primer conjunto de tanque principal 120a a través de la primera puerta de carga 107a, y luego colocando el primer tanque principal 120a próximo al mamparo trasero 103a. A continuación, el primer conjunto de tanque de extremo 122a se puede mover a través de la puerta de carga delantera 107a y acoplarse operativamente al primer conjunto de tanque principal 120a. Alternativamente, si se necesitan tres tanques auxiliares de combustible en el compartimento de carga trasero 106, entonces el primer conjunto de tanque de extremo 122a se puede mover hacia delante en el compartimento de carga delantero 106 para despejar el paso a un conjunto de tanques medios (tal como el conjunto de tanques medios 121) que entran en el compartimento de carga delantero 106 a través de la puerta de carga delantera 107a. Una vez que el conjunto de tanques medios está en el compartimento de carga delantero 106, los tres tanques auxiliares de combustible en el compartimento de carga delantero 106 se pueden colocar en serie, similar al grupo de tanques traseros 114. Secuencias de colocación similares se pueden utilizar para aumentar o disminuir el número de tanques de combustible auxiliares instalados en el compartimento de carga delantero 106 o en el compartimento de carga trasero 108.

En la realización ilustrada, el grupo de tanques delanteros 112 y el grupo de tanques traseros 114 están colocados fuera de un cono de explosión de rotor de cinco grados (no mostrado) de los motores 105 en cumplimiento de las normas reglamentarias aplicables. Sin embargo, el primer conjunto de tanque principal 120a se puede colocar dentro de un cono de explosión del rotor del motor de 15 grados más amplio (que tampoco se muestra). Por consiguiente, en un aspecto de esta realización, el compartimento de carga delantero 106 puede incluir un blindaje si es necesario para proteger adecuadamente el primer conjunto de tanque principal 120a de una explosión del rotor. Además o como alternativa, el primer conjunto de tanque principal 120a puede incluir paredes del tanque reforzadas para evitar una ruptura en el caso de un estallido del rotor. En otra realización, la proximidad del segundo conjunto de tanque principal 120b a un sistema de tren de aterrizaje (no mostrado) de la aeronave 100 puede hacer que sea susceptible de daños, en el caso de un colapso del tren de aterrizaje. En tal realización, el segundo conjunto de tanque principal 120b puede hacerse más pequeño que los conjuntos de tanques esclavos 121 y 122 correspondientes para evitar daños al segundo conjunto de tanque principal 120b, en el caso de un colapso del tren de aterrizaje.

El sistema de tanque de combustible auxiliar 110 que se ilustra en la figura 1 representa una posible disposición del tanque de combustible auxiliar dentro del alcance de la presente descripción. Por consiguiente, en otras realizaciones se pueden utilizar otros números de tanques de combustible en otras disposiciones. Por ejemplo, en otra realización, el grupo de tanques delanteros 112 puede incluir sólo el primer conjunto de tanque principal 120a y/o el grupo de tanques trasero 114 puede incluir sólo el segundo conjunto de tanque principal 120b. En otra realización, uno o más de los conjuntos de tanques principales 120 pueden ser los tanques más exteriores en los respectivos grupos de tanques, en lugar del más interior, como se ilustra en la figura 1. En una realización adicional, el grupo de tanques delanteros 112 se puede colocar hacia delante en el compartimento de carga delantero 106 en lugar de hacia atrás, y/o el grupo de tanques traseros 114 se puede colocar hacia atrás en el compartimento de carga trasero 108, en lugar de hacia delante.

La figura 2 es una vista isométrica ampliada del grupo de tanques delanteros 112 configurado de acuerdo con una realización de la invención. En un aspecto de esta realización, el primer conjunto de tanque principal 120a ("el conjunto de tanque principal 120a") incluye un primer cuerpo de tanque 225a, y el primer conjunto de tanque de extremo 122a ("el conjunto de tanque de extremo 122a") incluye un segundo cuerpo de tanque 225b. Los cuerpos de tanque 225 son las porciones portadoras de combustible de los correspondientes conjuntos de tanques 120 y 122, y se muestran en líneas de trazos en la figura 2 por motivos de claridad. En una realización, el primer cuerpo de tanque 225a y el segundo cuerpo de tanque 225b puede ser al menos aproximadamente idénticos. Es decir, pueden tener la misma configuración estructural básica. Como se explica en mayor detalle a continuación, la utilización de estructuras comunes de tanques de esta manera puede reducir significativamente los costes de fabricación y de montaje asociados con los sistemas de tanques de combustible auxiliar.

En un aspecto adicional de esta realización, el grupo de tanques delanteros 112 incluye una interfaz de sistema de combustible 231 configurada para acoplarse operativamente al sistema de combustible de la aeronave 130 (figura 1). Como se describe en mayor detalle a continuación, la interfaz del sistema de combustible 231 sirve como una entrada/salida de combustible de doble propósito para el grupo de tanques delanteros 112. Por ejemplo, el combustible puede fluir en el conjunto de tanque principal 120a y en el conjunto de tanque de extremo 122a de la interfaz del sistema de combustible 231 a través de un colector de entrada de combustible 240. El colector de entrada de combustible 240 está configurado de modo que ambos de los conjuntos de tanque puedan llenarse aproximadamente en el mismo tiempo, es decir, al menos aproximadamente de forma simultánea. Por el contrario, el combustible puede salir del conjunto de tanque principal 120a y del conjunto de tanque de extremo 122a a través de la interfaz del sistema de combustible 231 a través de un colector de salida de combustible 230. El colector de salida de combustible 230 está configurado de modo que ambos de los conjuntos de tanques puedan drenarse aproximadamente al mismo tiempo, es decir, al menos aproximadamente de forma simultánea.

El colector de salida de combustible 230 se extiende en el conjunto de tanque principal 120a y en el conjunto de tanque de extremo 122a, y se acoplan entre sí mediante una primera interconexión de tanque 232a que conecta la separación entre los dos tanques de combustible. Del mismo modo, el colector de entrada de combustible 240 se extiende en el conjunto de tanque principal 120a y en el conjunto de tanque de extremo 122a, y se acopla entre sí mediante una segunda interconexión de tanque 232b. Las interconexiones de tanque 232 pueden proporcionar interfaces selladas entre los tanques de combustible adyacentes y las correspondientes secciones del colector de salida de combustible 230. En una realización, pueden tener una construcción de doble pared y pueden incluir características telescópicas y de cardán que se adaptan a una desalineación relativa o movimiento entre los tanques de combustible.

En otro aspecto de esta realización, el grupo de tanques delanteros 112 incluye una interfaz de sistema de ventilación 251 configurada para conectarse operativamente al sistema de ventilación de la aeronave 132 (figura 1). Como se describe en mayor detalle a continuación, la interfaz del sistema de ventilación 251 proporciona ventilación del conjunto de tanque principal 120a y el conjunto de tanque de extremo 122a a través de un colector de ventilación 250. El colector de ventilación 250 se extiende en el conjunto de tanque principal 120a y en el conjunto de tanque de extremo 122a, y se acoplan entre sí mediante una tercera interconexión de tanque 232c.

En un aspecto adicional de esta realización, el grupo de tanques delanteros 112 incluye una interfaz FMS 261 configurada para acoplarse operativamente al FMS 134 (figura 1). Como se describe en mayor detalle a continuación, la interfaz FMS 261 puede transmitir diferentes informaciones de estado del tanque de combustible desde el grupo de tanques delanteros 112 al FMS 134 para su uso por parte de un piloto o de un ordenador de vuelo. Dicha información puede incluir, por ejemplo, el combustible utilizable remanente en el grupo de tanques delanteros 112 tal como se mide mediante un sistema de medición de combustible 260.

La figura 3 es una vista isométrica ampliada del grupo de tanques traseros 114 configurado de acuerdo con una realización de la invención. En un aspecto de esta realización, muchas porciones del grupo de tanques traseros 114 son al menos generalmente similar en estructura y función a las porciones del grupo de tanques delanteros 112 descrito anteriormente con referencia correspondiente a la figura 2. Por ejemplo, el segundo conjunto de tanque principal 120b puede ser, al menos en general, similar en estructura y función al primer conjunto de tanque principal 120a. Por consiguiente, el segundo conjunto de tanque principal 120b puede incluir una interfaz del sistema de combustible de la aeronave 331, una interfaz del sistema de ventilación de la aeronave 351, y una interfaz FMS 361, que son al menos generalmente similares en estructura y función a las porciones correspondientes del primer conjunto de tanque principal 120a. Del mismo modo, el segundo conjunto de tanque de extremo 122b ("el conjunto de tanque de extremo 122b") puede ser al menos en general, similar en estructura y en función al primer conjunto de tanque de extremo 122a. Una diferencia clara entre el grupo de tanques delanteros 112 de la figura 2 y el grupo de tanques traseros 114, sin embargo, es la adición del conjunto de tanque medio 121.

En un aspecto adicional de esta realización, muchas porciones del conjunto de tanque medio 121 son, al menos, en general, similares en estructura y en función a las porciones del conjunto de tanque de extremo 122b correspondiente. Una diferencia entre estos dos conjuntos de tanque, sin embargo, es que un número de extensiones se puede añadir a los colectores del sistema de ventilación y de combustible en el conjunto de tanque medio 121 para extender los colectores para el acoplamiento con el conjunto de tanque de extremo 122b. Por ejemplo, unas extensiones del colector de salida 332a se pueden añadir al colector de salida de combustible 230, y unas extensiones del colector de entrada 332b se pueden añadir al colector de entrada de combustible 240. Del mismo modo, unas extensiones del colector de ventilación 332c se pueden añadir al colector de ventilación 250. Además de las extensiones del colector 332, también se requieren interconexiones de tanque adicionales 232 para acoplar operativamente el conjunto de tanque medio 121 al conjunto de tanque de extremo 122b.

Una característica de las realizaciones descritas anteriormente e ilustradas en las figuras 1 a 3 es que ambos tanques en el grupo de tanques delanteros 112 (figura 1) pueden llenarse y/o drenarse al menos aproximadamente al mismo tiempo, y los tres tanques en el grupo de tanques trasero 114 pueden llenarse y/o drenarse al menos aproximadamente de forma simultánea. Una ventaja de esta característica respecto a otros sistemas de tanques que se llenan y se drenan a modo de cascada es que puede permitir que el sistema de tanque de combustible auxiliar

110 (figura 1) mantenga una posición del centro de gravedad más consistente cuando los tanques de combustible se llenan y se drenan. Otra ventaja de esta característica es que puede permitir que el grupo de tanques delantero 112 y el grupo de tanques trasero 114 se llenen y/o vacíen a un ritmo mayor que los tanques de tamaño similar que se llenan y drenan a modo de cascada.

5 La figura 4 es una vista isométrica ampliada del cuerpo de tanque 225 configurado de acuerdo con una realización de la invención. En un aspecto de esta realización, el cuerpo de tanque 225 es de construcción de doble pared y la cubierta incluye un tanque exterior 442 y una cubierta interior del tanque 441. La cubierta interior 441 puede actuar como una membrana que lleva el combustible, que puede configurarse para llevar al menos aproximadamente 250 galones de combustible. Por ejemplo, en una realización de aeronave de transporte, el cuerpo de tanque 225 puede configurarse para llevar al menos aproximadamente 750 galones de combustible. En otra de tales realizaciones, el cuerpo de tanque 225 puede estar configurado para llevar al menos aproximadamente 1000 galones de combustible. En otras realizaciones, el cuerpo de tanque 225 puede configurarse para llevar a más o menos combustible, dependiendo de las necesidades particulares de la aeronave o de cualesquiera dimensiones físicas limitativas de la aeronave. Tales dimensiones físicas limitativas pueden incluir, por ejemplo, las dimensiones del compartimiento de carga y las dimensiones de la abertura de la puerta. La cubierta exterior 442 puede proporcionar una barrera de combustible redundante para proteger contra fugas y proteger la cubierta interior 441 de daños externos.

20 En otro aspecto de esta realización, el cuerpo de tanque 225 incluye un puerto de acceso superior 453 y un puerto de acceso lateral 452. El puerto de acceso superior 453 puede incluir una puerta superior exterior 454a y una puerta superior interior 454b. La puerta exterior superior 454a puede cubrir de forma desmontable una abertura correspondiente en la cubierta exterior del tanque 442. La puerta superior interior 454b se puede colocar directamente debajo de la puerta superior exterior 454a, y puede cubrir de forma desmontable una abertura correspondiente en la cubierta interior del tanque 441. La retirada de las puertas superiores 454 puede proporcionar acceso al interior del cuerpo de tanque 225 para inspección o mantenimiento de uno o más de los sistemas instalados en su interior, como se describe en mayor detalle a continuación.

30 El puerto de acceso lateral 452 puede incluir una puerta lateral exterior 455a y una puerta lateral interior 455b. La puerta lateral exterior 455a puede cubrir de forma desmontable una abertura correspondiente en la cubierta exterior del tanque 442. La retirada de la puerta lateral exterior 455a puede proporcionar acceso a una bahía seca 458 que se extiende entre la cubierta exterior del tanque 442 y la cubierta interior del tanque 441. Como se describe en mayor detalle a continuación, una serie de controles de interfaz del tanque de combustible pueden alojarse en la bahía seca 458, de manera que se puede acceder fácilmente por parte del personal de mantenimiento si es necesario cuando el cuerpo de tanque 225 está lleno de combustible. La puerta lateral interior 455b se puede colocar directamente hacia el interior de la puerta lateral exterior 455a, y puede cubrir de forma desmontable una abertura correspondiente en la cubierta interior del tanque 441. La retirada de la puerta lateral interior 455b puede proporcionar un acceso adicional al interior del cuerpo de tanque 225. En un aspecto adicional de esta realización, la cubierta interior del tanque 441 forma un sumidero de combustible 446 que se extiende hacia abajo desde la parte inferior del cuerpo de tanque 225. Como se describe más en detalle a continuación, el uso del colector de combustible 446 ayuda a reducir la cantidad de combustible que queda en el cuerpo de tanque 225 después de su drenaje.

45 En otro aspecto adicional de esta realización, el cuerpo de tanque 225 incluye una primera pared de extremo 443a y una segunda pared de extremo 443b opuesta. En la realización ilustrada, las paredes de extremo 443 tienen perfiles que maximizan el espacio de la sección transversal disponible en el compartimento de carga de la aeronave. En consecuencia, en esta realización, las paredes de extremo 443 incluyen porciones de esquina biseladas 445 hacia la parte inferior del cuerpo de tanque 225, que sigue el contorno del compartimento de carga. Como se mencionó anteriormente, en otras realizaciones, el cuerpo de tanque 225 se puede hacer más pequeño y/o más estrecho para evitar daños durante un colapso del tren de aterrizaje. En tales realizaciones, las porciones de esquina biseladas 445 no son necesarias y las paredes de extremo 443, en consecuencia, pueden ser de forma rectangular.

55 En un aspecto adicional de esta realización, la primera pared de extremo 443a incluye dos aberturas de salida de combustible 432a, dos aberturas de entrada de combustible 432b, y dos aberturas de ventilación 432c. Estas aberturas están configuradas para acomodar el paso del colector de salida de combustible 230, el colector de entrada de combustible 240, y el colector de ventilación 250, respectivamente, como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 2 y 3. La segunda pared de extremo 443b puede incluir el mismo complemento de aberturas descritas anteriormente para la primera pared de extremo 443a. Además, sin embargo, la segunda pared de extremo 432b puede incluir además una abertura del sistema de combustible 431, una abertura del sistema de ventilación 451, y una abertura del FMS 461. Como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2, estas aberturas están configuradas para acomodar el paso de las correspondientes interfaces de la aeronave (es decir, la interfaz del sistema de combustible 231, la interfaz del sistema de ventilación 251, y la interfaz del FMS 261 que se muestran en la figura 2).

65 Una característica de la realización descrita anteriormente e ilustrada en la figura 4 es que las aberturas 432 son comunes a la primera pared de extremo 443a y a la segunda pared de extremo 443b. Como se describe en mayor detalle a continuación, una ventaja de esta característica es que una sola configuración de cuerpo de tanque (es

decir, el cuerpo de tanque 225) puede utilizarse para construir el conjunto de tanque principal 120, el conjunto de tanque medio 121, o el conjunto de tanque de extremo 122. Si algunas de las aberturas de la pared de extremo no se utilizan para una configuración de tanque particular, aquellas aberturas pueden cerrarse con una cubierta adecuada.

5 La figura 5 es una vista isométrica ampliada de un cuerpo de tanque 525 configurado de acuerdo con otra realización de la invención. Muchos aspectos del cuerpo de tanque 525 pueden ser al menos en general, similares en estructura y en función al cuerpo de tanque 225 que se describe anteriormente con referencia a la figura 4. En un aspecto particular de esta realización, sin embargo, el cuerpo de tanque 525 incluye una primera pared de extremo
10 543a y una segunda pared de extremo 543B opuesta, que son al menos generalmente de forma rectangular y más pequeñas que las paredes de los extremos 443 correspondientes del cuerpo de tanque 225. Como se describió anteriormente, en una realización, el cuerpo de tanque más pequeño 525 se puede utilizar para un conjunto de tanque principal o esclavo cuando el conjunto de tanque está instalado en una posición que podría ser susceptible de daños por el colapso del tren de aterrizaje.

15 La figura 6 es una vista isométrica ampliada del segundo conjunto de tanque principal 120b ("el conjunto de tanque principal 120b") de la figura 3, que ilustra características del colector de salida de combustible 230 configurado de acuerdo con una realización de la invención. Componentes internos seleccionados del conjunto de tanque principal 120b, tales como el colector de combustible de entrada 240, el colector de ventilación 250, y el sistema de medición de combustible 260, se han omitido de la figura 6 por motivos de claridad. En un aspecto de esta realización, el colector de salida de combustible 230 incluye una porción de tanque principal 670 que es única para el conjunto de tanque principal 120b, una porción de tanque básico 660 que es común a todos los conjuntos de tanque principal y esclavo, y una porción de extensión 632 que interconecta la porción de tanque básico 660 con otras porciones de tanque básicos 660 colocados en los conjuntos de tanque adyacentes.

20 En otro aspecto de esta realización, la porción de tanque principal 670 del colector de salida de combustible 230 está acoplado de manera operativa a un colector de entrada/salida de combustible de doble propósito 671. El colector entrada/salida de combustible 671 incluye la interfaz del sistema de combustible de la aeronave 331, y se bifurca en una primera rama 673a y una segunda rama 673b correspondiente. Cada rama 673 del colector de entrada/salida de combustible 671 puede incluir una interfaz del colector de entrada 678 (identificada individualmente como una primera interfaz del colector de entrada 678a y una segunda interfaz del colector de entrada 678b). Como se describe a continuación en referencia a la figura 8, las interfaces del colector de entrada 678 están configuradas para acoplarse operativamente a correspondientes ramas del colector de entrada 240 (no
25 mostrado).

30 En un aspecto adicional de esta realización, cada rama 673 del colector de entrada/salida de combustible 671 también incluye una interfaz del colector de salida 679 (identificada individualmente como una primera interfaz del colector de salida 679a y una segunda interfaz del colector de salida 679b). La primera interfaz del colector de salida 679a puede acoplarse operativamente a una primera rama 675a de la porción de tanque principal 670 correspondiente. Del mismo modo, la segunda interfaz del colector de salida 679b puede acoplarse de manera operativa a una correspondiente segunda rama 675b de la porción de tanque principal 670. Cada rama 675 de la porción de tanque principal 670 puede incluir una válvula de retención de salida de la bomba 676 (identificada individualmente como primera válvula de retención de salida de la bomba 676a y una segunda válvula de retención de salida de la bomba 676b) operativamente acopladas en serie a una bomba de transferencia de combustible 672 (identificada individualmente como primera bomba de transferencia de combustible 672a y como segunda bomba transferencia de combustible 672b). Como están situadas dentro del volumen del tanque interno del conjunto del tanque principal 120b y expuestas a combustible, las bombas de transferencia de combustible 672 de la realización ilustrada pueden accionarse hidráulicamente. En otras realizaciones, tales como las realizaciones en las que las bombas de transferencia de combustible 672 están colocadas dentro de una bahía seca 458 del conjunto de tanque principal 120b, las bombas de transferencia de combustible 672 pueden accionarse eléctricamente.

35 En otro aspecto adicional de esta realización, un interruptor de presión de la bomba 674 está acoplado operativamente a cada una de las bombas de transferencia de combustible 672 y está montado accesible en la bahía seca 458. Los interruptores de presión de la bomba 674 se pueden conectar operativamente al FMS 134 (figura 1) a través de una interfaz de control y monitorización (no mostrada), y pueden proporcionar una señal correspondiente cuando las bombas de transferencia de combustible 672 están funcionando. La colocación de los interruptores de presión de la bomba 674 en una porción accesible de la bahía seca 458 permite que puedan ser inspeccionados o reemplazados sin entrar en la parte interior del conjunto del tanque principal 120b.

40 En un aspecto adicional de esta realización, la porción de tanque básico 660 del colector de salida de combustible 230 incluye un primer conducto de entrada de combustible 661 operativamente acoplado a la primera rama 675a de la porción de tanque principal 670 y un segundo conducto de entrada de combustible 661b acoplado operativamente a la segunda rama 675b de la porción del tanque principal 670. Cada uno de los conductos de entrada de combustible 661 puede incluir una entrada de combustible 662 correspondiente que se encuentra, al menos en general, dentro del sumidero de combustible 446. Como se describe en mayor detalle a continuación, en un aspecto adicional de esta realización, cada entrada de combustible 662 puede incluir un conjunto de válvula de cierre 664
45 50

correspondiente configurado para cerrar la entrada de combustible 662 correspondiente antes de que la entrada de combustible 662 pierda cebado, es decir, antes de que el nivel de combustible en el tanque caiga por debajo de la entrada de combustible 662. El cierre de la entrada de combustible 662, mientras todavía está sumergida en combustible puede impedir que entre aire al colector de salida de combustible 230. Esto puede minimizar la pérdida de cebado de la bomba cuando uno cualquiera de dos o más tanques en un grupo de tanques se vacíe antes de uno o más de los otros tanques en el grupo. En consecuencia, cuando el combustible ya no está disponible en uno de los tanques, las entradas de combustible 662 correspondientes se cierran para aislar el tanque de los otros en el grupo.

En un aspecto adicional de esta realización, la porción de extensión 632 del colector de salida de combustible 230 incluye dos extensiones del colector de salida 332a. Cada una de las extensiones del colector de salida 332a puede acoplarse de manera operativa a uno correspondiente de los conductos de entrada de combustible 661. Como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 3, las extensiones del colector de salida 332a puede extender el colector de salida de combustible 230 en un conjunto de tanque de combustible adyacente, tal como el conjunto de tanque medio 121 o un conjunto de tanque de extremo 122 (figuras 2 y 3).

Cuando el combustible fluye al conjunto de tanque principal 120b a través de la interfaz del sistema de combustible 331, las válvulas de retención de salida de la bomba 676 en el colector de salida 230 están cerradas, haciendo que el combustible fluya hacia el colector de entrada 240 (figuras 2 y 3) a través de las interfaces de entrada del colector 678. Por el contrario, cuando se desea extraer el combustible del conjunto de tanque principal 120b, las válvulas de retención de salida de la bomba 676 se abren y las bombas de transferencia de combustible 672 bombean combustible fuera del conjunto del tanque principal 120b a través de los conductos de entrada de combustible 661. Al mismo tiempo, las bombas de transferencia de combustible 672 también está bombeando combustible fuera de cualesquiera tanques adyacentes (por ejemplo, el conjunto de tanque medio 121 y el conjunto de tanque de extremo 122 de la figura 3) a través de las extensiones del colector de salida 322a. Cuando el combustible se bombea fuera del conjunto de tanque principal 120b a través del colector de entrada/salida de combustible 671, las válvulas de cierre en el colector de entrada de combustible 240 (no mostradas) están en consecuencia cerradas para evitar que el combustible fluya de vuelta a los tanques a través del colector de entrada 240.

Las figuras 7A y 7B son vistas ampliadas parcialmente ocultas en alzado lateral del conjunto de válvula de cierre 664 de la figura 6 configurado de acuerdo con una realización de la invención. Haciendo referencia primero a la figura 7A, en un aspecto de esta realización, el conjunto de válvula de cierre 664 incluye un flotador 763 acoplado operativamente a una válvula 765 a través de un enlace 766. La válvula 765 puede colocarse en el interior del conducto de entrada de combustible 661, y puede ser de un tipo de mariposa configurada para girar alrededor de un eje 767 cuando cambia la posición del flotador 763. Cuando el combustible en el tanque está en o por encima de un primer nivel de combustible 731, el flotador 763 mantiene la válvula 765 en una posición totalmente abierta, como se muestra en la figura 7A.

Haciendo referencia a continuación a la figura 7B, cuando el nivel de combustible cae desde el primer nivel de combustible 731 hacia un segundo nivel de combustible 732, el flotador 763 se mueve hacia abajo, haciendo que la válvula 765 empiece a girar alrededor del eje 767 hacia una posición cerrada. Cuando el nivel de combustible alcanza el segundo nivel de combustible 732, la válvula 765 está al menos aproximadamente completamente cerrada, como se muestra en la figura 7B. En este punto, la entrada de combustible 662 está sumergida, impidiendo de este modo que entre aire en el conducto de entrada de combustible 661 u otras sustancias gaseosas que ocupan el espacio en el tanque de combustible por encima del combustible. Incluso si el nivel de combustible se reduce a un tercio del nivel de combustible 733, la entrada de combustible 662 seguirá sumergida. En consecuencia, la distancia entre el segundo nivel de combustible 732 y el tercer nivel de combustible 733 corresponde a un amortiguador entre una posición de válvula cerrada y una posición de entrada al descubierto. En un aspecto adicional de esta realización, colocando la entrada de combustible 662 y el conjunto de válvula de cierre 664 correspondiente en el colector de combustible 446, se reduce al mínimo la cantidad de combustible que queda en el tanque después del drenaje.

El conjunto de válvula de cierre 664 no es más que un tipo de válvula de cierre mecánico que se puede utilizar con el colector de salida de combustible 230 para evitar perder cebado en una o más de las bombas de transferencia de combustible 672. En otras realizaciones, se pueden utilizar otros tipos de válvulas de cierre. Por ejemplo, en otra realización, se puede utilizar una válvula accionada eléctricamente. En una realización adicional, se puede utilizar una válvula de accionamiento hidráulico. En otras realizaciones adicionales, el conjunto de válvula de cierre 664 puede omitirse y, en cambio, se puede utilizar un sensor de nivel de combustible para comandar una válvula, tal como una válvula accionada eléctricamente, para cerrar la entrada de combustible correspondiente antes de que el nivel de combustible caiga por debajo de la entrada.

La figura 8 es una vista isométrica ampliada del conjunto de tanque principal 120b de la figura 3, que ilustra las características del colector de entrada de combustible 240 configurado de acuerdo con una realización de la invención. Componentes internos seleccionados del conjunto de tanque principal 120b, tales como el colector de ventilación 250 y el sistema de medición de combustible 260, se han omitido de la figura 8 por motivos de claridad. Además, el colector de salida de combustible 230 de la figura 6 (que normalmente está acoplado al colector de entrada/salida de combustible 671 en las interfaces del colector de salida 679) tampoco se muestra en la figura 8 por

motivos de claridad. En un aspecto de esta realización, el colector de entrada de combustible 240 incluye una porción de tanque principal 870, que es única para el conjunto de tanque principal 120b, una porción de tanque básico 860 que es común a todos los conjuntos de tanque y esclavo, y una porción de extensión 832 que interconecta la porción de tanque básico 860 a otras porciones de tanque básico 860 colocadas en los conjuntos de tanques adyacentes.

En otro aspecto de esta realización, la porción de tanque principal 870 del colector de entrada de combustible 240 incluye una primera rama 873a operativamente acoplada al colector de entrada/salida de combustible 671 en la primera interfaz del colector de entrada 678a y una segunda rama 873b acoplada operativamente al colector de entrada/salida de combustible 671 en la segunda interfaz del colector de entrada 678b. Cada rama 873 de la porción de tanque principal 870 puede incluir una válvula primaria de combustible 872 (identificada individualmente como una primera válvula de combustible primaria 872a y una segunda válvula de combustible primaria 872b) operativamente acopladas en serie a una válvula de combustible secundaria 874 (identificadas individualmente como una primera válvula de combustible secundaria 874a y una segunda válvula de combustible secundaria 874b). Además, cada rama 873 del colector de entrada de combustible 240 también puede incluir un interruptor de presión de cierre de repostaje 891 y una válvula de solenoide de combustible de tierra 892 colocada en la bahía seca 458. El interruptor de presión de cierre de repostaje 891 y la válvula de solenoide de combustible de tierra 892 pueden estar acopladas operativamente entre la válvula de carga secundaria 874 y una válvula de flotación piloto 894 correspondiente. La válvula de flotación piloto 894 está configurada para ordenar que la válvula de combustible secundaria 874 se cierre cuando el combustible en el tanque se eleva por encima de la válvula de flotación piloto 894, deteniendo así el flujo de combustible en el conjunto de tanque principal 120b. Si se desea, la válvula de solenoide de combustible de tierra 892 puede utilizarse para reemplazar la válvula de flotación piloto 894 y aumentar el nivel de combustible en el conjunto de tanque principal 120b por encima del normalmente permitido por la válvula de combustible piloto 894. El interruptor de presión de cierre de repostaje 891 se puede configurar para enviar una señal al FMS 134 (figura 1) correspondiente a la posición de la válvula de combustible secundaria 874, es decir, correspondiente a si la válvula de carga secundaria 874 está abierta o cerrada.

En un aspecto adicional de esta realización, la porción de tanque principal 870 del colector de entrada de combustible 240 también puede incluir una válvula de comprobación previa de solenoide 896 colocada dentro de la bahía seca 458. La válvula de comprobación previa de solenoide 896 puede estar acoplada operativamente a las válvulas de flotación de piloto 894. La válvula de comprobación previa de solenoide 896 puede proporcionar un medio para verificar que las válvulas de flotación de piloto 894 están funcionando correctamente. Por ejemplo, en una realización, las válvulas de comprobación previa de solenoide 896 se pueden comandar a través del FMS 134 (figura 1) para llenar rápidamente las válvulas de flotación de piloto 894 con combustible para verificar que hacen que las válvulas de combustible secundarias 874 se cierren correctamente. El FMS 134 puede controlar las válvulas de combustible principales 872, las válvulas comprobación previa de solenoide 896, las válvulas de combustible de solenoide de tierra 892, y el interruptor de presión de cierre 891 a través de la interfaz FMS 261 descrita anteriormente con referencia a la figura 2.

En otro aspecto adicional de esta realización, la porción de tanque básico 860 del colector de entrada de combustible 240 incluye un primer conducto de salida de combustible 861a acoplado operativamente a la primera rama 873a de la porción de tanque principal 870 y un segundo conducto de salida de combustible 861b acoplado operativamente a la segunda rama 873b de la porción del tanque principal 870. En la realización ilustrada, cada uno de los conductos de salida de combustible 861 incluye un tubo de flautín 862 (identificados individualmente como primer tubo de flautín 862a y segundo tubo de flautín 862b) que tiene una pluralidad de salidas de combustible 863. Las salidas de combustible 863 distribuyen el combustible entrante en el interior del conjunto de tanque principal 120b.

En un aspecto adicional de esta realización, la porción de extensión 832 del colector de entrada de combustible 240 incluye dos extensiones de colector de entrada 332b. Cada una de las extensiones de colector de entrada 332b puede acoplarse de manera operativa a uno correspondiente de los conductos de salida de combustible 861. Como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 3, las extensiones de colector de entrada 332b pueden extenderse el colector de entrada de combustible 240 en un conjunto de tanque de combustible adyacente, tal como el conjunto de tanque medio 121 o un conjunto de tanque de extremo 122 (figuras 2 y 3).

Para llenar el tanque principal 120b y cualesquiera tanques esclavos correspondientes (no mostrados) con combustible, las válvulas de combustible primaria y secundaria 872 y 874 se abren y se introduce combustible en el colector de entrada/salida de combustible 671 a través de la interfaz del sistema de combustible 331. Desde el colector de entrada/salida 671, el combustible fluye pasado las válvulas de combustible primarias abiertas 872 y las válvulas de combustible secundarias abiertas 874 a los conductos de salida de combustible 861. Desde ahí, el combustible fluye en el conjunto del tanque principal 120b de los correspondientes tubos de flautín 862. Al mismo tiempo, el combustible fluye también a cualesquiera tanques adyacentes (por ejemplo, el conjunto de tanque medio 121 y el conjunto de tanque de extremo 122 de la figura 3) a través de las extensiones de colector de entrada 332b. Cuando el combustible fluye en el conjunto de tanque principal 120b a través del colector de entrada/salida de combustible 671, las válvulas de retención de salida de la bomba 676 (figura 6) en el colector de salida de combustible 230 están cerradas en consecuencia para evitar que el combustible fluya de vuelta a las bombas de

transferencia de combustible 672 (también la figura 6).

La figura 9 es una vista isométrica ampliada del conjunto de tanque principal 120b de la figura 3, que ilustra las características del colector de ventilación 250 configurado de acuerdo con una realización de la invención.

5 Componentes internos seleccionados del conjunto de tanque principal 120b, tales como el colector de entrada de combustible 240, el colector de salida de combustible 230, y el sistema de medición de combustible 260 se han omitido de la figura 9 por motivos de claridad. En un aspecto de esta realización, el colector de ventilación 250 incluye una porción de tanque principal 970 que es única para el conjunto de tanque principal 120b, una porción de tanque básico 960 que es común a todos los conjuntos de tanques principal y esclavo, y una porción de extensión
10 932 que interconecta la porción de tanque básico 960 a otras porciones de tanque básico 960 colocadas en los conjuntos de tanque adyacentes.

En otro aspecto de esta realización, la porción de tanque principal 970 del colector de ventilación 250 incluye una primera rama 971a y una segunda rama 971b que se extiende hacia el exterior desde la interfaz del sistema de ventilación 251. La porción de tanque básico 960 del colector de ventilación 250 puede incluir un primer conducto de ventilación 961a acoplado operativamente a la primera rama 971a y un segundo conducto de ventilación 961b operativamente acoplado a la segunda rama 971b. La porción de extensión 932 del colector de ventilación 250 puede incluir dos extensiones de colector de ventilación 332c. Cada una de las extensiones de colector de ventilación 332c puede acoplarse de manera operativa a uno correspondiente de los conductos de ventilación 961.
15 Como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 3, las extensiones de colector de ventilación 332c pueden extender el colector de ventilación 250 en un conjunto de tanque de combustible contiguo, tal como el conjunto de tanque medio 121 o un conjunto de tanque de extremo 122 (figuras 2 y 3).

En un aspecto adicional de esta realización, cada uno de los conductos de ventilación 961 incluye un primer puerto de ventilación 962a y un segundo puerto de ventilación 962b. En la realización ilustrada, el primer puerto de ventilación 962a permanece abierto en todo momento, pero el segundo puerto de ventilación 962b incluye una válvula de flotación de ventilación 964 configurada para cerrar el segundo puerto de ventilación 962b si el nivel de combustible se eleva por encima del segundo puerto de ventilación 962b. La disposición de las válvulas de flotación de ventilación 964 puede minimizar la cantidad de combustible que fluye en el colector de ventilación 250 cuando el combustible chapotea alrededor en el conjunto de tanque principal 120b.
25
30

La figura 10 es una vista isométrica ampliada del conjunto de tanque principal 120b de la figura 3, que ilustra las características del sistema de medición de combustible 260 configurado de acuerdo con una realización de la invención. Componentes internos seleccionados del conjunto de tanque principal 120b, tal como el colector de entrada de combustible 240, el colector de salida de combustible 230, y el colector de ventilación 250 se han omitido de la figura 10 por motivos de claridad. En un aspecto de esta realización, el sistema de medición de combustible 260 incluye cuatro sondas de combustible o indicadores de combustible 1060 montados hacia respectivas esquinas del conjunto de tanque principal 120b. La pluralidad de indicadores de combustible 1060 se pueden conectar de manera operativa a la interfaz FMS 261 para proporcionar la información del volumen de combustible al FMS 134 de la aeronave (figura 1).
35
40

Las figuras 11A a 11E son diagramas esquemáticos que ilustran características modulares de la presente invención, que permiten por lo menos tres diferentes configuraciones del tanque para montarse a partir del mismo conjunto básico de componentes. Haciendo referencia primero a la figura 11A, una secuencia de conjunto de tanque de acuerdo con una realización de la invención puede comenzar con el cuerpo básico del tanque 225 descrito anteriormente con referencia a la figura 4. Unos sistemas de tanques básicos 1160 se pueden añadir al cuerpo del tanque 225 para producir un conjunto de tanque básico 1190. Los sistemas de tanques básicos 1160 pueden incluir la porción básica del tanque 660 del colector de salida de combustible 230 (figura 6), la porción de tanque básico 860 del colector de entrada de combustible 240 (figura 8), la porción de tanque básico 960 del colector de ventilación 250 (figura 9), y el sistema de medición de combustible 260 (figura 10).
45
50

El conjunto de tanque básico 1190 de la figura 11A puede formar la base de una serie de diferentes configuraciones del tanque. Por ejemplo, en referencia a la figura 11B, en una realización, los sistemas de extensión de colector 1132 se pueden añadir al conjunto de tanque básico 1190 para producir el conjunto de tanque de extremo 122 descrito anteriormente con referencia a las figuras 1 a 3. Los sistemas de extensión de colector 1132 pueden incluir la porción de extensión 632 del colector de salida de combustible 230 (figura 6), la porción de extensión 832 del colector de entrada de combustible 240 (figura 8), y la porción de extensión 932 del colector de ventilación 250 (figura 9). Haciendo referencia a continuación a la figura 11C, en otra realización, dos conjuntos de los sistemas de extensión de colector 1132 se pueden añadir al conjunto de tanque básico 1190 para producir el conjunto de tanque medio 121 descrito anteriormente con referencia a las figuras 1 y 3.
55
60

Con referencia a continuación a la figura 11D, en una realización adicional, sistemas de tanque principal 1170 se pueden añadir al conjunto de tanque básico 1190 para producir un conjunto de tanque principal único 1122. Los sistemas de tanque principal 1170 pueden incluir la porción de tanque principal 670 del colector de salida de combustible 230 (figura 6), la porción de tanque principal 870 del colector de entrada de combustible 240 (figura 8), y la porción de tanque principal 970 del colector de ventilación 250 (figura 9). En una realización, el conjunto de tanque
65

principal único 1122 puede ser un conjunto de tanque principal que se configura para el uso individual sin conjuntos de tanques esclavos correspondientes. Alternativamente, en referencia a la figura 11E, en otra realización adicional, los sistemas de extensión de colector 1132 se pueden añadir al conjunto de tanque principal único 1122 para crear el conjunto de tanque principal 120 descrito anteriormente con referencia a las figuras 2 a 10.

5 A partir de lo anterior, se apreciará que las realizaciones específicas de la invención se han descrito en el presente documento por motivos de ilustración, pero que diversas modificaciones pueden hacerse sin apartarse del alcance de la invención. Por consiguiente, la invención no está limitada excepto por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento en una aeronave (100) para proporcionar combustible a al menos uno de un motor (105) y un colector de reabastecimiento aéreo durante el vuelo, comprendiendo el procedimiento:
- 5 al menos llenar parcialmente un primer conjunto de tanque (120) con combustible en un fuselaje (102) de la aeronave mediante el flujo de combustible a través de un colector de entrada/salida de doble propósito (671), al menos llenar parcialmente un segundo conjunto de tanque (121) con combustible en el fuselaje de la aeronave mediante el flujo de combustible a través del colector de entrada/salida de doble propósito (671),
- 10 retirar combustible del primer conjunto de tanque (120), mientras se retira combustible del primer conjunto de tanque (120), retirando combustible del segundo conjunto de tanque (121), y transferir el combustible retirado del primer y segundo conjuntos de tanque a al menos uno del motor y del colector de repostaje aéreo a través del colector de entrada/salida de doble propósito (671), donde el colector de entrada/salida de doble propósito (671) está configurado para transferir combustible desde, y proporcionar combustible a, el primer y segundo conjuntos de tanque.
- 15
2. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el llenado por lo menos parcialmente de un primer conjunto de tanque de combustible incluye al menos llenar parcialmente un primer conjunto de tanque instalado de manera desmontable en un fuselaje de la aeronave, y donde el llenado al menos parcialmente de un segundo conjunto de tanque con combustible incluye llenar al menos parcialmente un segundo conjunto de tanque instalado de manera desmontable en el fuselaje por lo menos próximo al primer conjunto de tanque.
- 20
3. El procedimiento de la reivindicación 1, donde la retirada de combustible desde el primer conjunto de tanque incluye la retirada de combustible a través de una primera entrada (662) de un colector de salida (230), estando colocada la primera entrada en el primer conjunto de tanque, y donde la retirada de combustible desde el segundo conjunto de tanque incluye la retirada de combustible a través de una segunda entrada del colector de salida, estando colocado el segundo orificio de entrada en el segundo conjunto de tanque.
- 25
4. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, donde la retirada de combustible del primer y segundo conjuntos de tanque incluye la operación de una bomba de transferencia de combustible (672) colocada en el primer conjunto de tanque.
- 30
5. El procedimiento de la reivindicación 1, donde el llenado al menos parcialmente del primer y segundo conjuntos de tanque con combustible antes del despegue incluye al menos el llenado aproximadamente de manera simultánea del primer conjunto de tanque y del segundo conjunto de tanque.
- 35

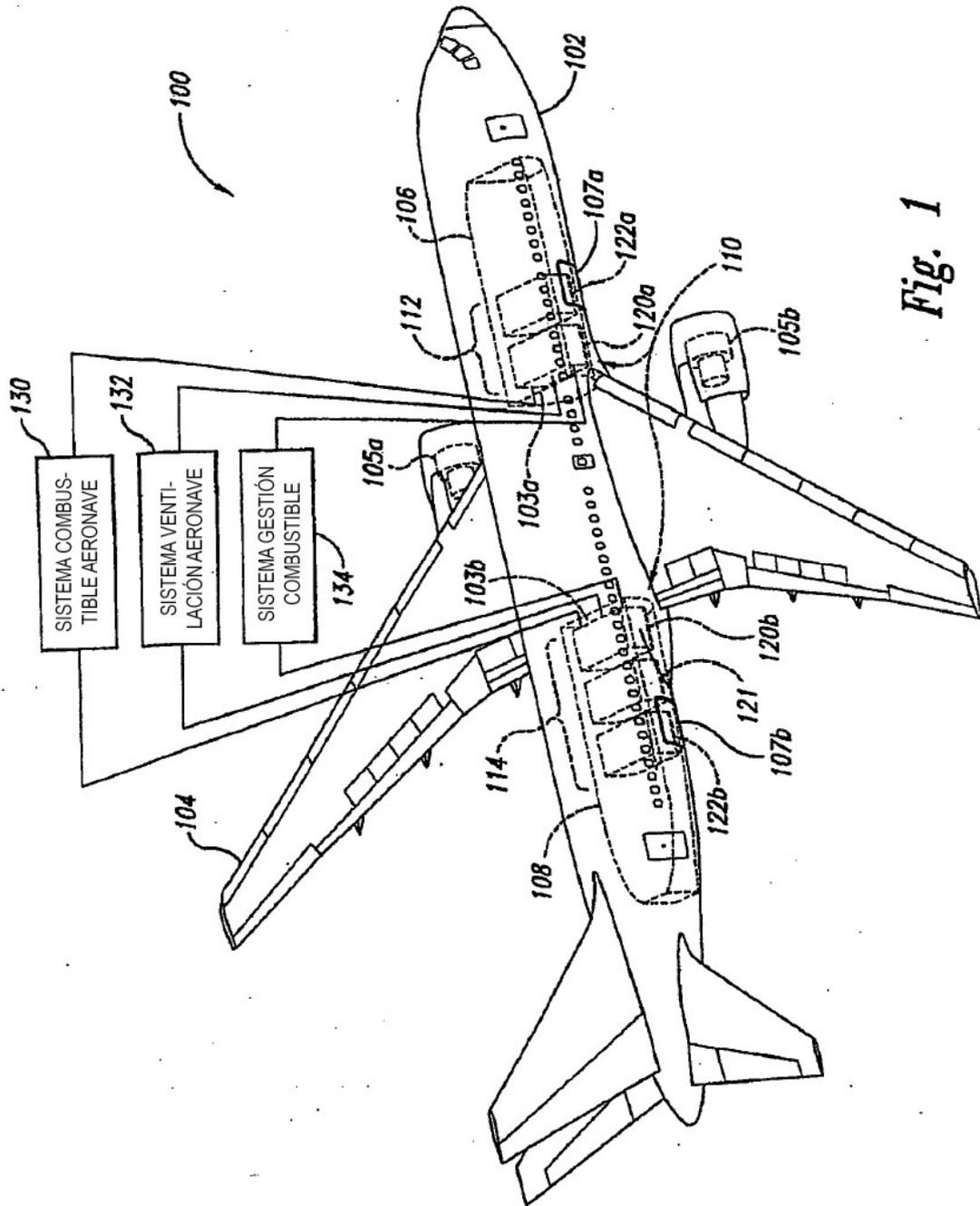


Fig. 1

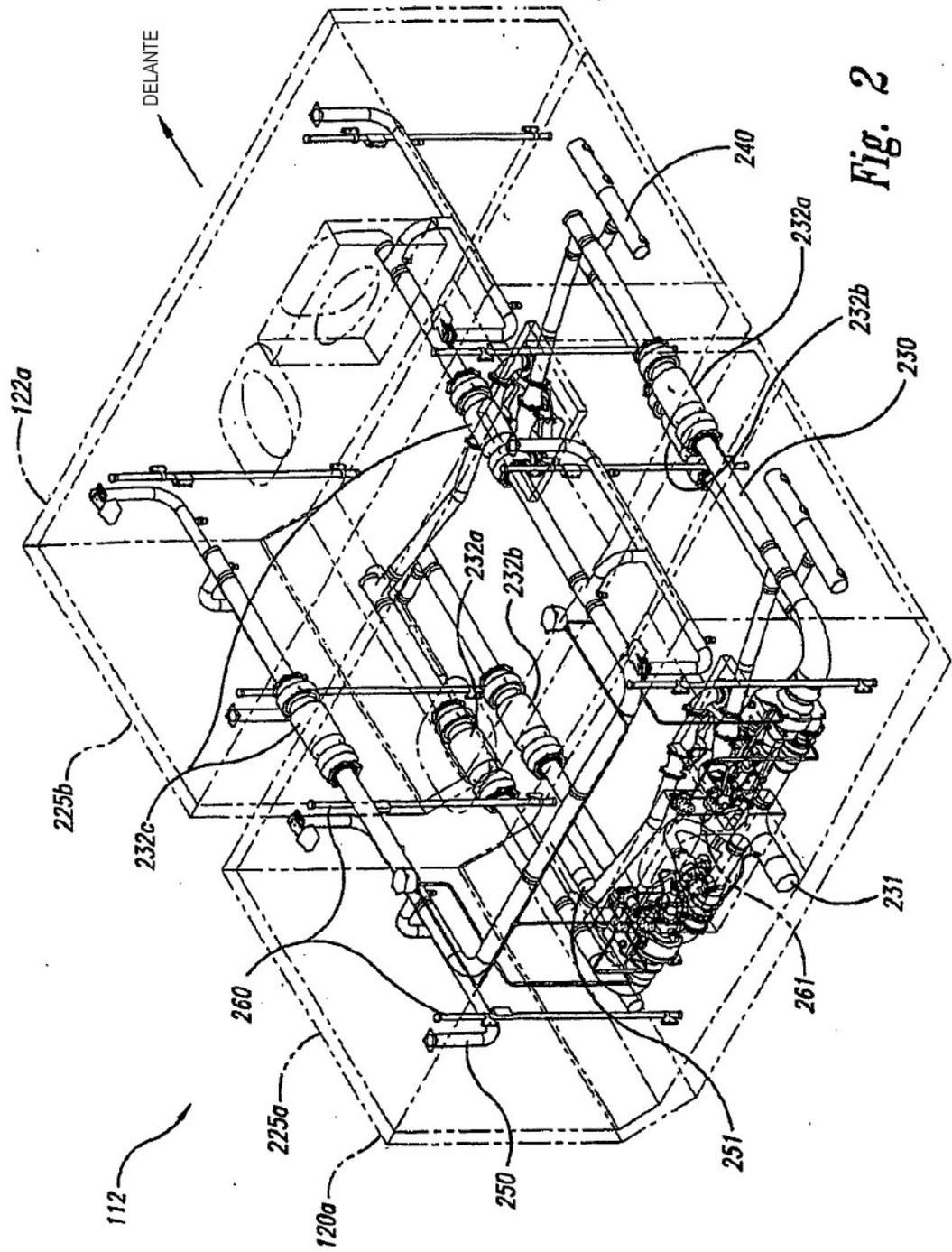


Fig. 2

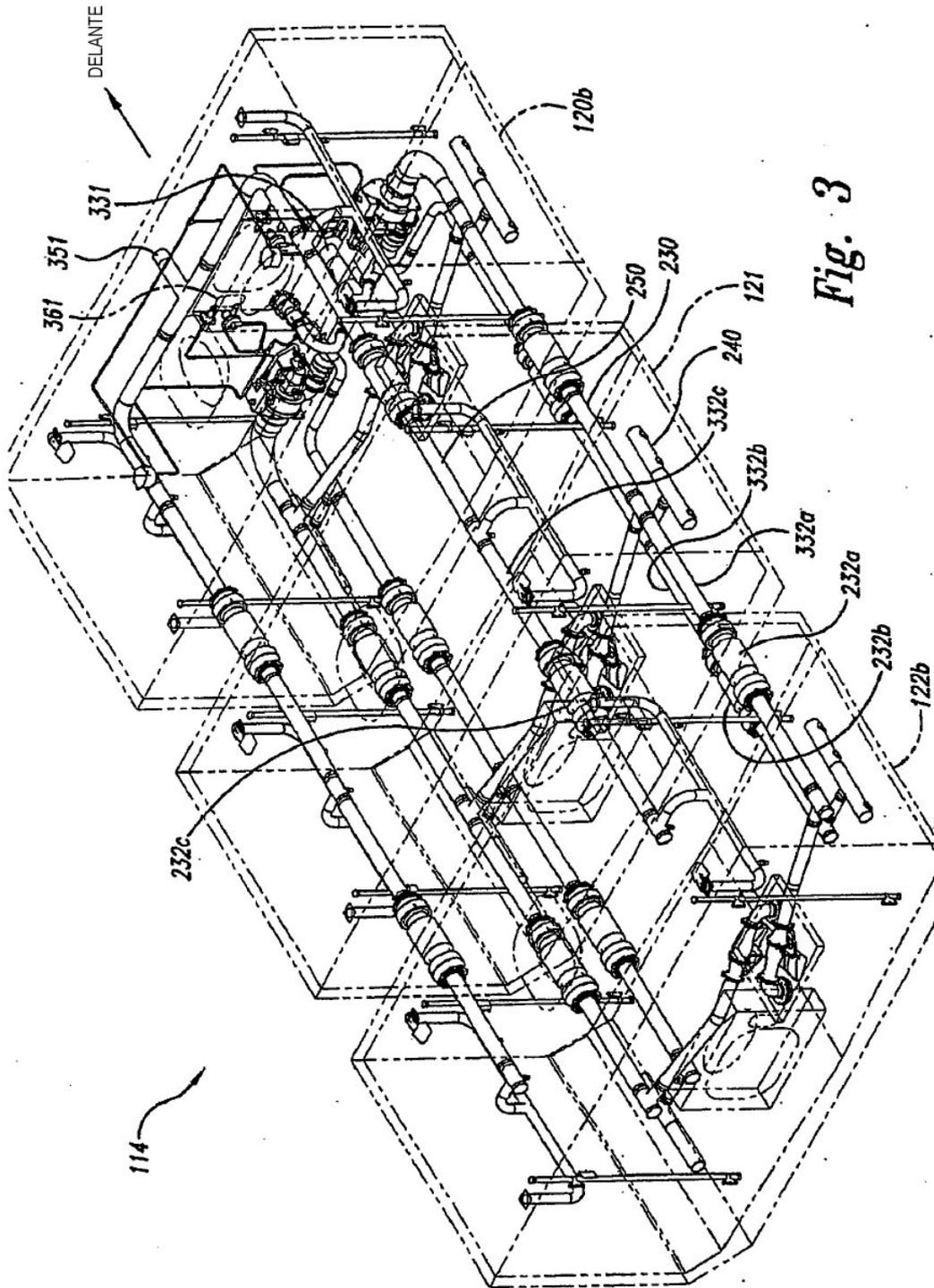
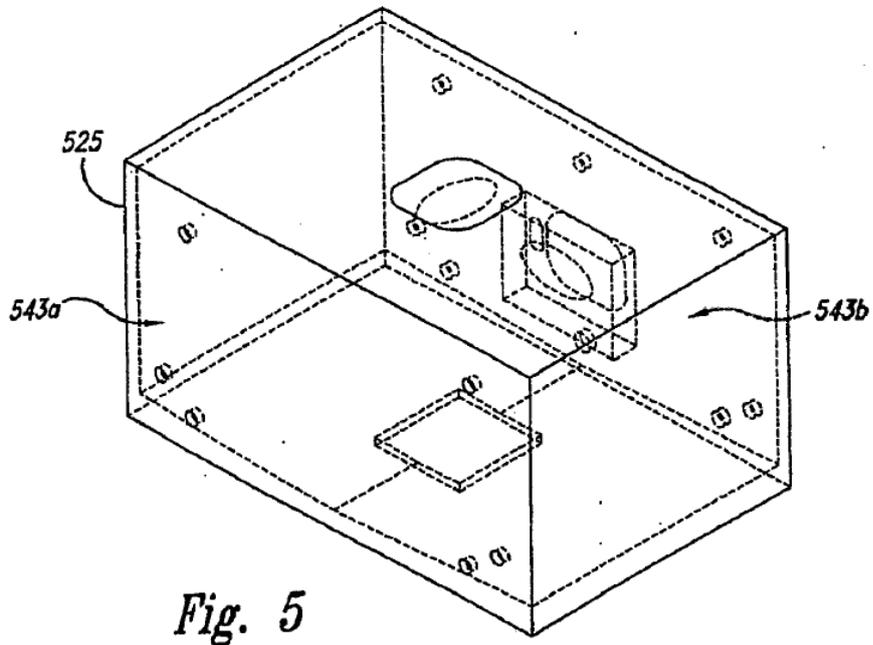
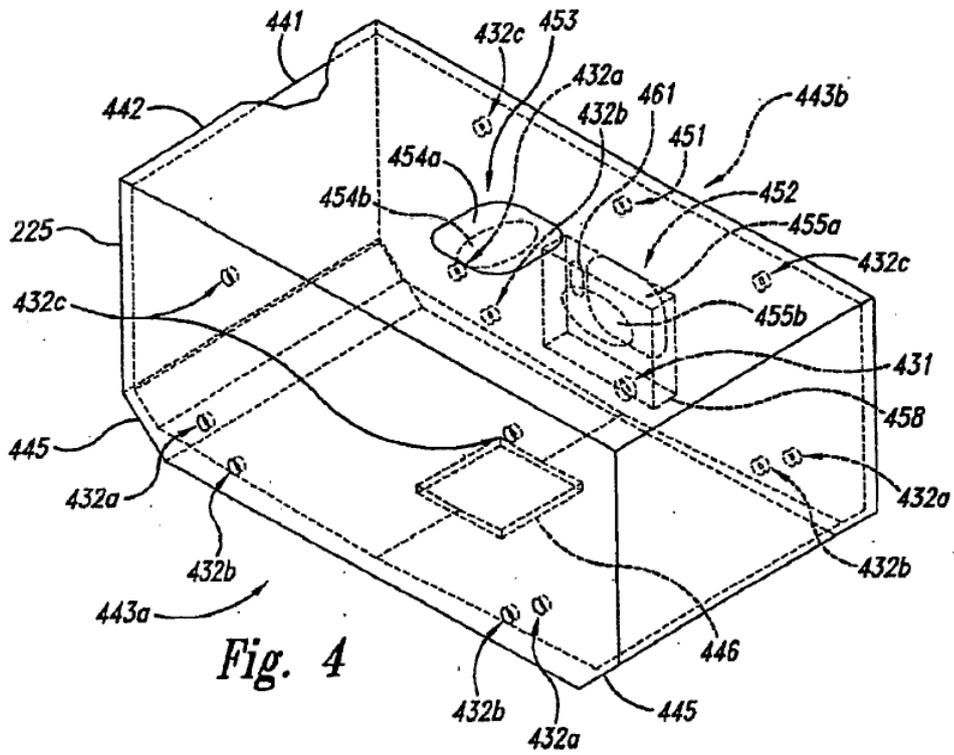


Fig. 3



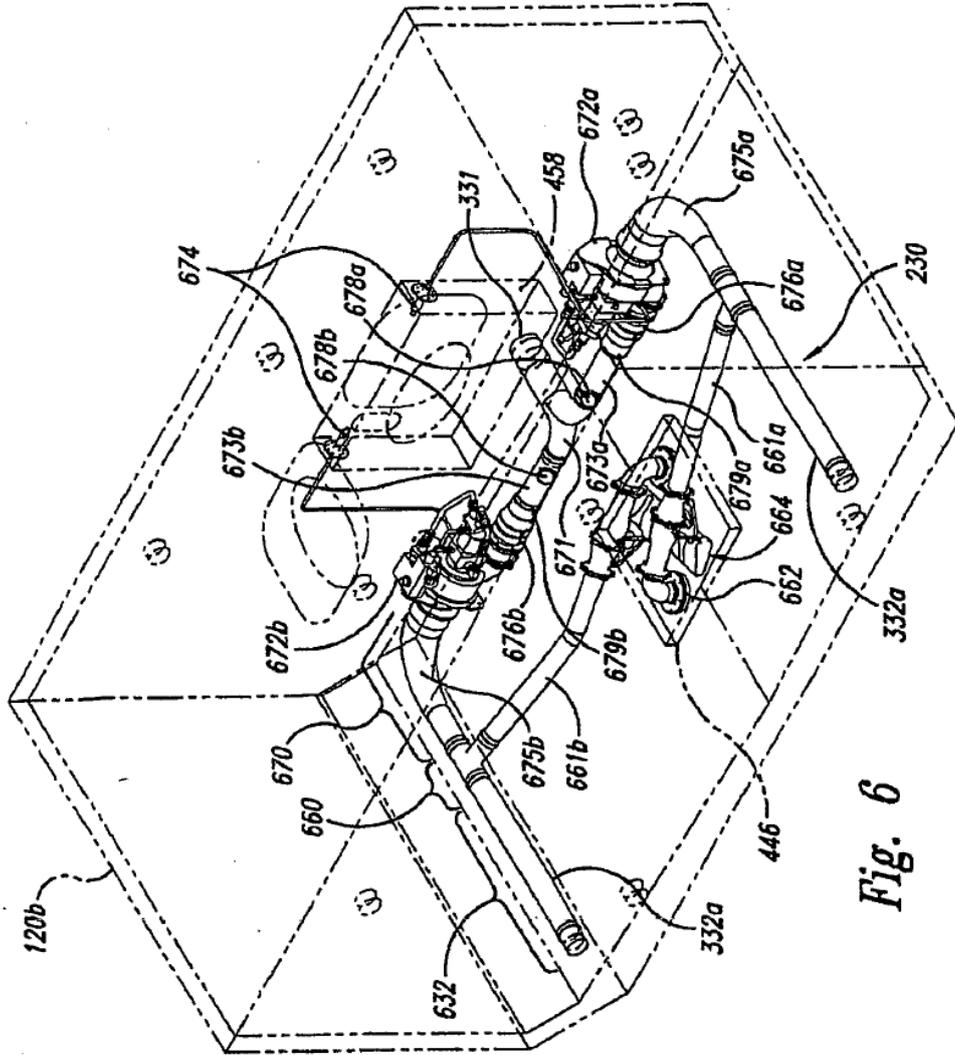


Fig. 6

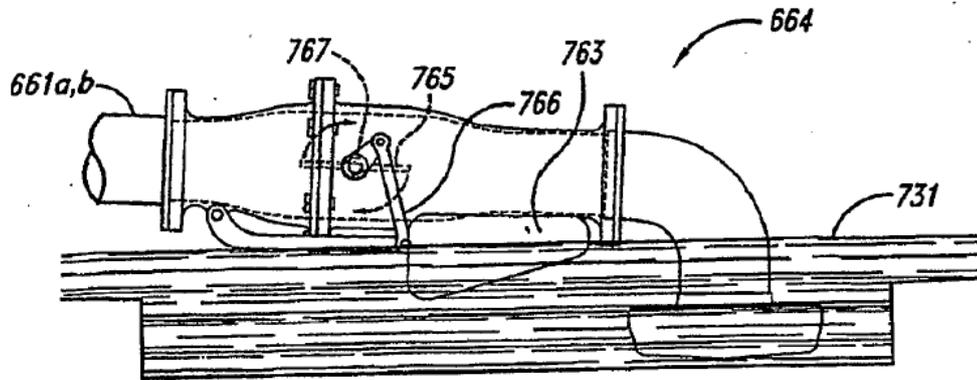


Fig. 7A

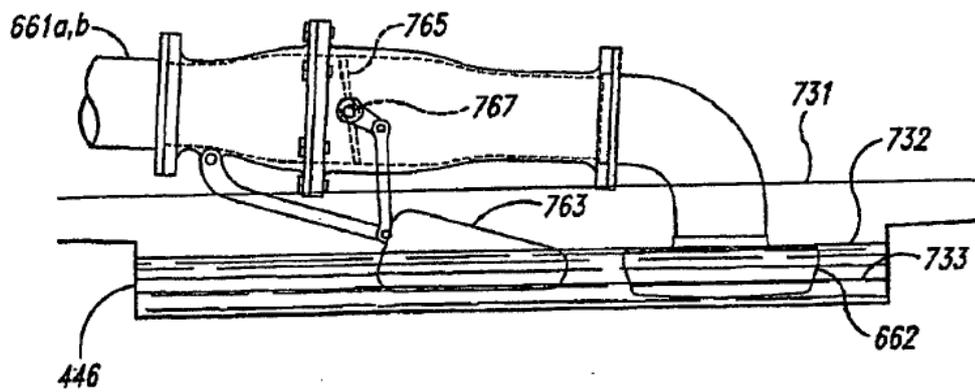


Fig. 7B

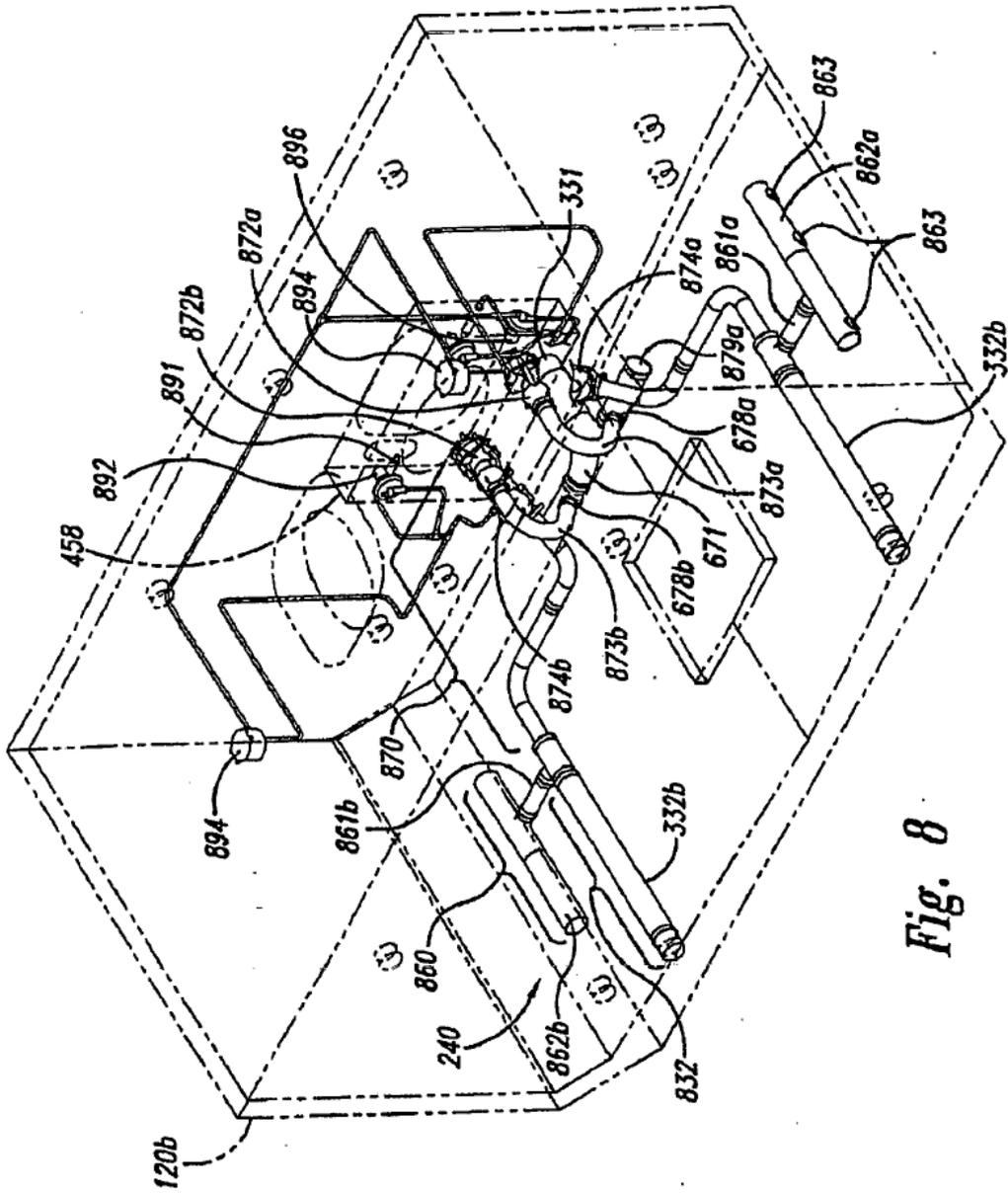


Fig. 8

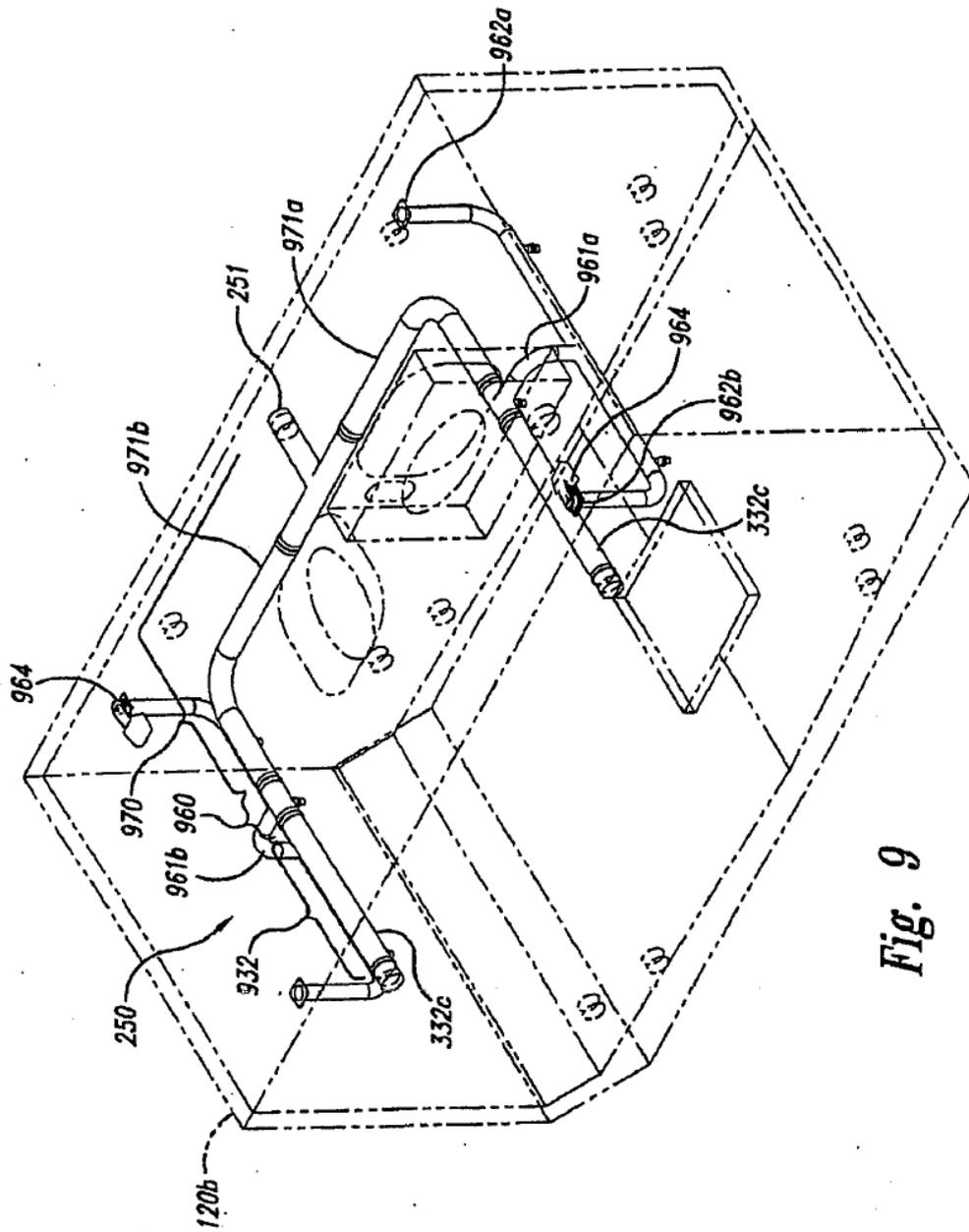


Fig. 9

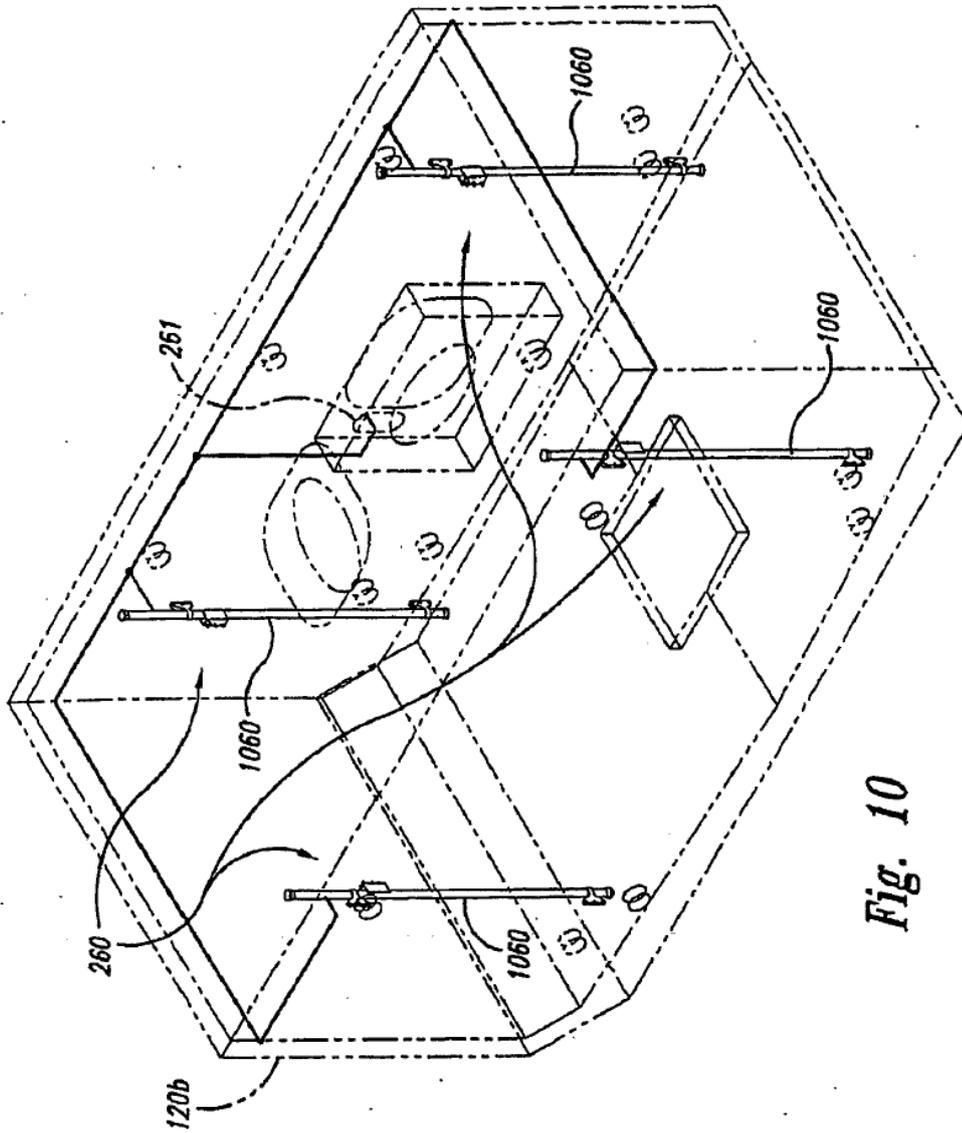


Fig. 10

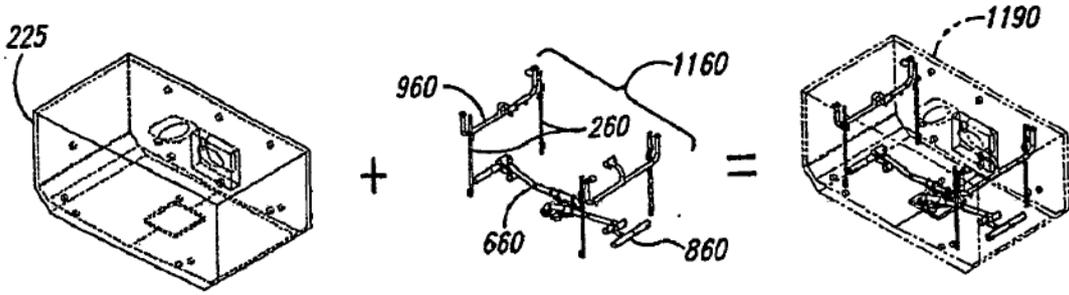


Fig. 11A

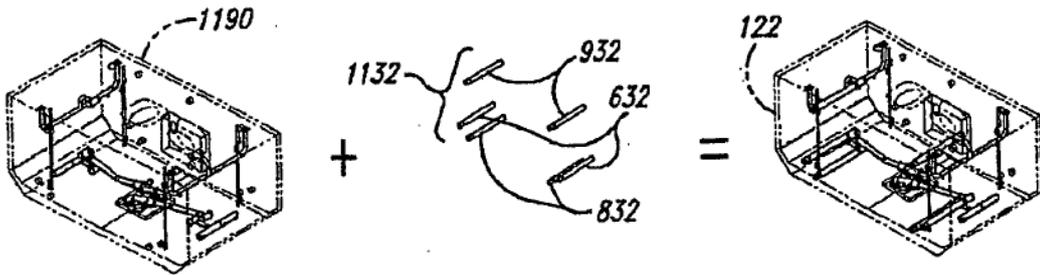


Fig. 11B

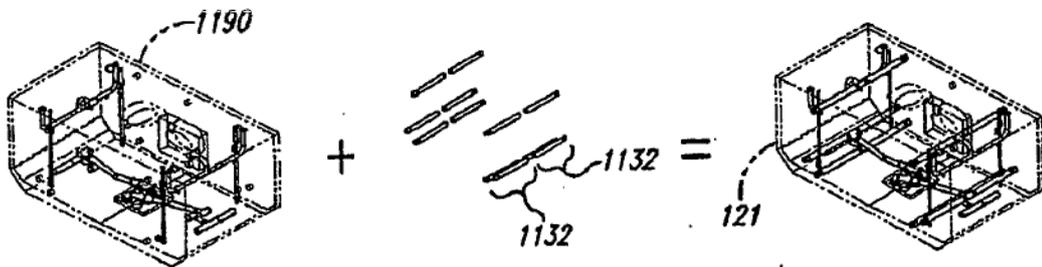


Fig. 11C

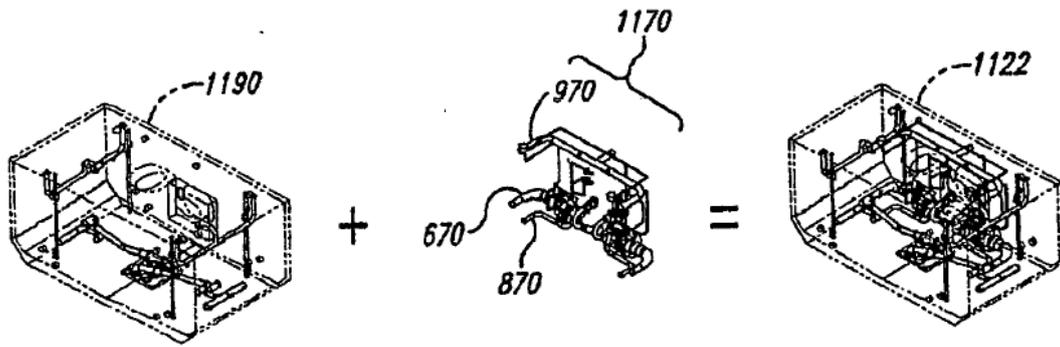


Fig. 11D

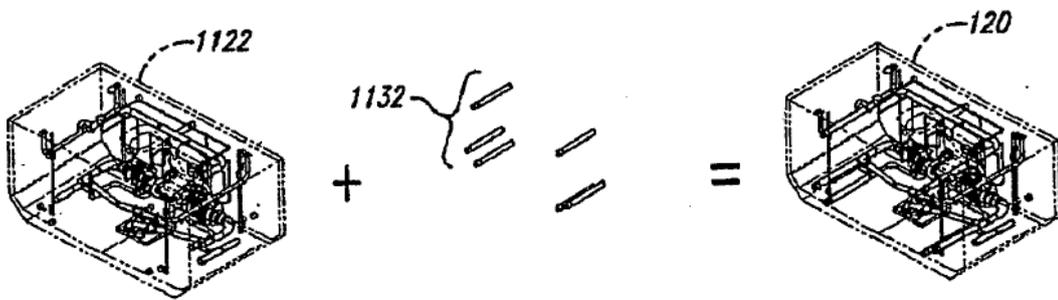


Fig. 11E