

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 870**

51 Int. Cl.:

H01M 8/2475 (2006.01)

H01M 8/249 (2006.01)

H01M (2006.01)

H01M (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2006 E 06726361 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 1878081**

54 Título: **Disposición de la celda de combustible**

30 Prioridad:

05.04.2005 GB 0506866

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

29.09.2016

73 Titular/es:

**LG FUEL CELL SYSTEMS, INC. (100.0%)
6065 Strip Avenue
North Canton OH 44720, US**

72 Inventor/es:

**TOWNSEND, JAMES MARTIN;
BOZZOLO, MICHELE y
AGNEW, GERARD, DANIEL**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 584 870 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

Disposición de la celda de combustible

5 La presente invención se refiere a una disposición de la celda de combustible y en particular a una disposición de la celda de combustible de óxido sólido.

10 Se sabe que una disposición de la celda de combustible comprende uno, o más, módulos de celdas de combustible, cada módulo de la celda de combustible comprende una pluralidad de celdas de combustible dispuestas dentro de una carcasa y cada carcasa está dispuesta dentro de un recipiente a presión. Convencionalmente, el recipiente a presión tiene aislamiento interior y/o fluido de refrigeración que utiliza pasajes dentro del recipiente a presión para mantener la temperatura del recipiente a presión a una temperatura suficientemente baja para garantizar la integridad del recipiente a presión. En el caso de las celdas de combustible de óxido sólido que operan a temperaturas más altas, por ejemplo 700°C a 1000°C, la disposición térmica del flujo de calor para el recipiente a presión es difícil.

15 La disposición convencional adolece de problemas. El mantenimiento de un gradiente térmico uniforme en el recipiente a presión se ve comprometido por los pasajes de fluido de refrigeración que producen gradientes térmicos por el diseño y esto puede resultar en la pérdida de porciones del aislamiento en servicio lo que conduce a puntos calientes locales en el recipiente a presión. Estos puntos calientes locales provocan concentraciones de esfuerzos locales en el recipiente a presión debido a una expansión térmica diferencial y por lo tanto reducen la vida del recipiente a presión. El aislamiento interior da lugar a la condensación, en alguna zona dentro del aislamiento, lo que puede promover el desprendimiento de las porciones del aislamiento interior en servicio que conduce a puntos calientes locales en el recipiente a presión. La condensación también puede conducir a una corrosión acelerada en la interfaz del recipiente a presión / aislamiento interior. Por el contrario, una falla local del aislamiento externo es a prueba de fallos, ya que daría lugar a puntos fríos en lugar de puntos calientes. La corrosión acelerada del recipiente a presión se puede producir en la interfaz entre el aislamiento y el recipiente a presión, en una medida que depende del material del recipiente a presión, y la inspección de la corrosión del recipiente a presión está restringida por el aislamiento. El enfriamiento del recipiente a presión aumenta la pérdida de calor del sistema, lo que puede reducir la eficiencia del sistema eléctrico.

20 Existe una dificultad en proporcionar un recipiente a presión para módulos de celdas de combustible, que proporciona la integridad requerida y la asequibilidad teniendo en cuenta la combinación de presión y temperatura y la necesidad de cubrir todas las condiciones de funcionamiento de la disposición de la celda de combustible.

25 Los documentos US 2005/054209A1 y US 2005/054210A1 dan a conocer una disposición de la celda de combustible en la que las carcasas del módulo, que contienen haces de celdas de combustible, están rodeadas por un recipiente a presión. Los haces de celdas de combustible son del tipo de celdas de combustible de óxido sólido tubulares y tienen electrodos de aire interiores y los electrodos de combustible exteriores. El combustible se suministra en las carcasas del módulo y alrededor de los haces de las celdas de combustible a los electrodos de combustible exteriores de los haces de celdas de combustible. El aire se suministra en un espacio de acumulación de aire entre el recipiente a presión y las carcasas del módulo y el aire se suministra desde el espacio de acumulación de aire en el interior de los haces de celdas de combustible a los electrodos de aire del interior de los haces de celdas de combustible.

30 El documento US 2004/08676S A1 da a conocer una disposición de la celda de combustible en la cual un recinto encierra una pila de celdas de combustible y que el recinto comprende tres caparazones cilíndricos concéntricos que definen dos cámaras concéntricas cerradas en la porción superior e inferior mediante placas circulares. El aire se suministra secuencialmente a través de las cámaras concéntricas a la pila de celdas de combustible en el recinto y las cámaras concéntricas son porciones de una vía de flujo continuo.

35 El documento US 5366819 da a conocer una disposición de la celda de combustible en la que un horno de la pila rodea las pilas de celdas de combustible de óxido sólido y los reactores de reformado. El aire es suministrado a las pilas y el aire sale de las pilas y pasa sobre los reactores de reformado antes de salir del horno de la pila a través de un intercambiador de calor para calentar el aire entrante. El combustible fluye a través de los reactores de reformado y en las pilas.

40 Por lo tanto, la presente invención pretende proporcionar una novedosa disposición de la celda de combustible, que reduce, supera preferiblemente los problemas mencionados anteriormente.

45 Por lo tanto, la presente invención proporciona una disposición de la celda de combustible que comprende al menos un módulo de la celda de combustible, cada módulo de la celda de combustible comprende una pluralidad de celdas de combustible, cada celda de combustible comprende un electrodo de ánodo, un electrodo de cátodo y un electrolito, al menos una módulo de la celda de combustible es hueco y define una cámara, el módulo de al menos una celda de combustible está dispuesto dentro de al menos un recipiente interior y al menos un recipiente interior está dispuesto dentro de un recipiente exterior a presión, medio para suministro de oxidante a los electrodos

- 5 catódicos, medio para suministro de combustible a los electrodos anódicos, el medio para suministrar oxidante suministra oxidante en un espacio entre al menos un recipiente interior y el recipiente exterior a presión, el medio para suministrar oxidante está dispuesto para suministrar oxidante al espacio dentro del recipiente interior, el espacio dentro del recipiente interior está dispuesto para suministrar oxidante a los electrodos catódicos, el medio para suministro de combustible está dispuesto para suministrar combustible a la cámara en al menos un módulo de la celda de combustible y la cámara en al menos un módulo de la celda de combustible está dispuesta para el suministro de combustible a los electrodos anódicos de al menos un módulo de la celda de combustible, un medio para recircular oxidante no utilizado desde los electrodos catódicos hasta los electrodos catódicos y el medio para suministrar oxidante a los electrodos catódicos está dispuesto de tal manera que la presión en el espacio entre el
- 10 recipiente exterior a presión y al menos el recipiente interior es mayor que la presión en al menos un recipiente interior de tal manera que al menos un recipiente interior está sometido a una carga de compresión.
- 15 Preferiblemente, el medio para recircular el oxidante no utilizado desde los electrodos catódicos nuevamente a los electrodos catódicos comprende al menos un eyector, una bomba, un ventilador, un compresor o una turbomáquina.
- 20 Preferiblemente, el medio para suministrar oxidante suministra el oxidante desde el espacio entre al menos un recipiente interior y el recipiente exterior a presión dentro de al menos un recipiente interior.
- 25 Preferiblemente, el medio para suministrar de oxidante suministra el oxidante desde el espacio entre al menos un recipiente interior y el recipiente exterior a presión dentro de al menos un recipiente interior a través de al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 30 Alternativamente, el medio para suministrar oxidante suministra una primera porción del oxidante a través de al menos un restrictor al espacio entre al menos un recipiente interior y el recipiente exterior a presión, el medio para suministrar oxidante suministra una segunda porción del oxidante dentro de al menos un recipiente interior, el medio para suministrar oxidante suministra la segunda porción del oxidante dentro de al menos el recipiente interior a través de al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina, el medios para suministrar de oxidante suministra la primera porción de oxidante desde el espacio entre el recipiente exterior de presión y al menos un recipiente interior dentro de al menos un recipiente interior a través de al menos una restrictor y al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 35 Preferiblemente, el medio para suministrar oxidante suministra el oxidante desde el espacio entre al menos un recipiente interior y el recipiente exterior a presión a un espacio entre el recipiente interior y al menos un módulo de la celda de combustible, existen medios para suministrar oxidante no utilizado al espacio entre al menos un recipiente interior y al menos un módulo de la celda de combustible, el medio para suministrar oxidante no utilizado al espacio entre al menos un recipiente interior y al menos un módulo de la celda de combustible comprende al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 40 Preferiblemente, el medio para suministro de oxidante no utilizado al espacio entre al menos un recipiente interior y al menos un módulo de la celda de combustible comprende al menos una cámara de combustión, un medio para suministrar oxidante no utilizado a al menos una cámara de combustión y un medio para suministrar combustible no utilizado a al menos una cámara de combustión y un medio para suministrar los productos de al menos una cámara de combustión a al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 45 Preferiblemente, el aislamiento se proporciona en la superficie interior de al menos un recipiente interior. Preferiblemente se proporciona un espacio entre el aislamiento y la superficie interior de al menos un recipiente interior. El aislamiento puede ser proporcionado en la superficie exterior de al menos un recipiente interior. Preferiblemente, se proporciona un espacio entre el aislamiento y la superficie exterior de al menos un recipiente interior. El aislamiento puede ser proporcionado en la superficie exterior del recipiente exterior a presión.
- 50 Preferiblemente, existe una pluralidad de recipientes interiores, alternativamente existe un solo recipiente interior y una pluralidad de módulos de celdas de combustible están dispuestos dentro de cada recipiente interior.
- 55 Preferiblemente, el medio para suministrar oxidante comprende una bomba o un compresor, el compresor está conectado a una turbina y se suministra una porción del oxidante no utilizado a la turbina para accionar la turbina.
- 60 Preferiblemente, un primer sensor de presión está dispuesto para medir la presión en el espacio entre al menos un recipiente interior y el recipiente exterior a presión, un segundo sensor de presión está dispuesto para medir la presión en el espacio entre al menos un recipiente interior y al menos un módulo de la celda de combustible y se dispone un monitor para comparar la presión medida por el primer sensor de presión y la presión medida por el segundo sensor de presión para determinar si existe una sobrepresión debido al mal funcionamiento del componente o la quema de combustible en el módulo de celda combustible.
- 65 Preferiblemente, al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina está dispuesto de tal manera que se extiende radialmente con respecto a los ejes de al menos un recipiente interior con la entrada de al menos un

eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina dispuesta en el extremo radialmente interior y el escape de al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina dispuestos en el extremo radialmente exterior.

5 Al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina puede estar dispuesta de tal manera que se extiende axialmente con respecto a los ejes de al menos un recipiente interior con la entrada de al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina dispuesta en un extremo axial del recipiente interior y el escape de al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina en una región central del recipiente interior.

10 Al menos un recipiente interior define un espacio con un elemento de pared asegurado a al menos un recipiente interior, el medio para suministrar oxidantes suministra oxidante dentro del espacio entre al menos un recipiente interior y el elemento de pared.

15 El medio para suministro de oxidante puede suministrar oxidante desde el espacio entre al menos un recipiente interior y el elemento de pared a un espacio dentro de al menos un recipiente interior.

El medio para suministro de oxidante puede suministrar oxidante desde el espacio entre al menos un recipiente interior y el elemento de pared al espacio entre al menos un recipiente interior y el recipiente exterior a presión.

20 El medio para suministro de oxidante puede suministrar el oxidante desde el espacio entre al menos un recipiente interior y el elemento de pared al espacio dentro de al menos un recipiente interior a través de al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina .

25 El medio para el suministro de oxidante a el espacio dentro de al menos un recipiente interior puede suministrar el oxidante a través de al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina a un espacio entre al menos un recipiente interior y la al menos un módulo de la celda de combustible.

30 Al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina puede suministrar oxidante no utilizado desde al menos un módulo de la celda de combustible al espacio entre al menos un recipiente interior y al menos un módulo de la celda de combustible.

35 Puede haber un medio para el suministro de oxidante no utilizado desde al menos un módulo una celda de combustible a al menos una cámara de combustión, un medio para suministrar combustible no utilizado desde al menos un módulo de la celda de combustible a al menos una cámara de combustión, y un medio para suministrar los productos de al menos una cámara de combustión a al menos un eyector, bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.

Preferiblemente, las celdas de combustible son celdas de combustible de óxido sólido.

40 La presente invención se describe con más detalle a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es una vista en sección transversal longitudinal a través de una disposición de la celda de combustible de acuerdo con la presente invención.

45 La Figura 2 es una vista isométrica de la disposición de la celda de combustible mostrado en la figura 1.

La Figura 3 es una vista en sección transversal ampliada a lo largo de la línea A-A a través de la disposición de la celda de combustible en la figura 1.

La Figura 4 es una vista en sección transversal longitudinal a través de una disposición alternativa de la celda de combustible de acuerdo con la presente invención.

50 La Figura 5 es una vista en sección transversal longitudinal a través de una disposición alternativa de la celda de combustible de acuerdo con la presente invención.

La Figura 6 es una vista en sección transversal longitudinal a través de una disposición alternativa de la celda de combustible de acuerdo con la la presente invención.

La Figura 7 es una vista en perspectiva ampliada de un módulo de la celda de combustible.

55 La Figura 8 es una vista en sección transversal a través de un recipiente interior de un recipiente interior alternativo adecuada para uso en la figura 6.

La Figura 9 es una vista longitudinal en sección transversal esquemática a través de una disposición alternativa de la celda de combustible de acuerdo con la presente invención.

La Figura 10 es una vista en sección a lo largo de la línea W-W en la figura 9.

60 En las figuras 1 a 3 se muestra una disposición de celdas de combustible 10 A de acuerdo con la presente invención. La disposición de la celda 10 de combustible comprende al menos un módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido, preferiblemente hay una pluralidad de módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido. Cada módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido comprende un elemento 13 de soporte poroso hueco y una pluralidad de celdas 14 de combustible de óxido sólido. Cada elemento 13 de soporte poroso hueco tiene al menos una cámara 16 que se extiende a través suyo y comprende dos superficies 15 y 17 lisas, paralelas,

65

planas sobre las cuales están dispuestas las celdas 14 de combustible de óxido sólido, como se muestra más claramente en la figura 7. Cada módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido es un montaje sellado, al tiempo que permite el flujo de combustible a través de al menos una cámara 16 en el elemento 13 de soporte poroso hueco. Cada celda 14 de combustible de óxido sólido comprende un electrodo 18 anódico, un electrodo 22 catódico y un electrolito 20. Las celdas 14 de combustible de óxido sólido están dispuestas de tal manera que los electrodos 18 anódicos están dispuestos en la superficie exterior, las dos superficies 15 y 17 lisas, paralelas, planas, del elemento 13 de soporte poroso hueco, los electrolitos 20 están dispuestos en los electrodos 18 anódicos y los electrodos 22 catódicos están dispuestos en los electrolitos 20. Las celdas 14 de combustible de óxido sólido también están dispuestas de tal manera que el electrodo 18 anódico de una celda 14 de combustible de óxido sólido está conectado eléctricamente en serie con el electrodo 22 catódico de una célula 14 adyacente de combustible de óxido sólido.

En esta disposición, cada módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido está dispuesto dentro de un único recipiente 24 interior y el recipiente 24 interior está dispuesto dentro de un recipiente 28 exterior a presión. En esta disposición, el recipiente 24 interior define un espacio 26 y se define un espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión. El recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión son preferiblemente sustancialmente tubulares, por ejemplo, de sección transversal circular, y dispuestos coaxialmente. Otras formas adecuadas pueden ser utilizadas para el recipiente interior y el recipiente a presión y no necesitan estar dispuestos coaxialmente.

Existen medios 32 para el suministro de oxidante a los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido de al menos un módulo 12 de la celda de combustible y existen medios 34 para el suministro de combustible a los electrodos 18 anódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido de al menos un módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido.

El medio 32 para suministrar oxidante comprende una bomba, no mostrada, para suministrar aire comprimido, u oxígeno, a través de una tubería 36 en el espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión. El medio 32 para suministrar oxidante también comprende una tubería 38 para suministrar el oxidante, aire comprimido u oxígeno, desde el espacio 30 en el espacio 26 dentro del recipiente 24 interior. El medio 32 para suministrar oxidante puede comprender además elementos de guía del flujo, o conductos, (no mostrados) para dirigir el flujo de oxidante, aire comprimido u oxígeno, en el espacio 26 de tal manera que el oxidante fluye sobre los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido de al menos un módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido y por lo tanto el medio 32 para suministrar oxidante está dispuesto para suministrar oxidante al espacio 26 dentro del recipiente 24 interior y el espacio 26 dentro del recipiente 24 interior está dispuesto para suministrar oxidante a los electrodos 22 catódicos.

El medio 34 para suministrar combustible comprende una bomba, no mostrada, para suministrar combustible previamente reformado, combustible reformado, combustible previamente procesado o combustible no reformado, a través del conducto 42 directamente a través del recipiente 28 exterior a presión, el recipiente 24 interior en una cámara 16 en el elemento 13 de soporte poroso hueco de al menos un módulo 12 de la celda de combustible y a continuación desde la cámara 16 a través del elemento 13 de soporte poroso hueco a los electrodos 18 anódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido de al menos un módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido y por lo tanto el medio 34 para suministro de combustible está dispuesto para suministrar combustible a la cámara 16 en al menos un módulo 12 de la celda de combustible y la cámara 16 en al menos un módulo 12 de la celda de combustible está dispuesta para suministrar combustible a los electrodos 18 anódicos de al menos un módulo 12 de la celda de combustible. El reformador previo de combustible y procesador previo de combustible eliminan hidrocarburos superiores y el azufre del combustible.

Una porción 42A de la tubería 42 de combustible, la porción que pasa a través del espacio 30 entre el recipiente 28 a presión y el recipiente 24 interior, comprende preferiblemente una tubería interior y una tubería exterior de modo que el escape de cualquier combustible desde la tubería interior es contenido dentro de la tubería exterior y se evita que entre en el espacio 30, de modo que no puede haber una acumulación de combustible sin quemar.

Existen medios 44 para eliminar los gases de escape de los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido de al menos un módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido. Los medios 44 para eliminar los gases de escape comprenden una tubería 46, que pasa directamente a través del recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión. Los medios 44 para eliminar los gases de escape comprenden además los elementos de guía del flujo, o conductos, (no mostrados) para dirigir el flujo de gases de escape en el espacio 26 de tal manera que los gases de escape fluyan desde los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido de al menos un módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido a la tubería 46.

El diseño está dispuesto de tal manera que en funcionamiento la presión en el espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión es diferente a, mayor que, la presión en el espacio 26 dentro del recipiente 24 interior de tal manera que normalmente el recipiente 24 interior se ve sometido a una carga de compresión. La diferencia de presión entre el espacio 26 y el espacio 30 en lados opuestos del recipiente 24 interior

está dispuesta para ser menor que la diferencia de presión entre el espacio 30 y la atmósfera en lados opuestos del recipiente 28 exterior a presión.

5 En esta disposición, el recipiente 28 exterior a presión más frío está altamente cargado, altamente tensionado, y el recipiente 24 interior más caliente está menos cargado, ligeramente tensionado, y el recipiente 24 interior está diseñado para resistir el pandeo, en lugar de tener alta resistencia a la fluencia bajo todas las condiciones operativas.

10 Además, el diseño está dispuesto de tal manera que haya oxidante, aire comprimido u oxígeno, en el espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión y haya oxidante, aire comprimido u oxígeno, en el espacio 26 dentro de el recipiente 24 interior. El diseño está dispuesto de tal manera que el combustible esté sólo dentro de los elementos 13 de soporte porosos huecos de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido y la tubería 42.

15 También la temperatura dentro del espacio 30 puede estar por debajo de la temperatura de ignición espontánea del combustible. El espacio entre las tuberías interior y exterior se desfoga a la atmósfera y preferiblemente se controla el espacio entre las tuberías interior y exterior para detectar la presencia de una fuga de combustible, de modo que la tubería interior pueda ser reparada o sustituida.

20 En funcionamiento, el flujo del oxidante, aire comprimido u oxígeno, a través del espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión, como se indica por la flecha B, actúa como un flujo de refrigerante para el recipiente 24 interior y, como una barrera térmica al flujo de calor desde el recipiente 24 interior al recipiente 28 exterior a presión. Las posiciones de las tuberías 36 y 38 se eligen para maximizar la eficacia del flujo de oxidante, aire comprimido u oxígeno, para proporcionar refrigeración al recipiente 24 interior y para proporcionar una barrera térmica al flujo de calor. En esta disposición, la posición de la tubería 38 en el recipiente 24 interior está en el extremo opuesto del recipiente 24 interior con relación a la posición de la tubería 36 en el recipiente 28 exterior a presión.

25 El flujo del oxidante, aire comprimido u oxígeno, a través del espacio 26 dentro del recipiente 24 interior se indica por la flecha C.

30 La Figura 3 muestra el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión con más detalle. Se proporciona una capa 48 de aislamiento en la superficie exterior del recipiente 28 exterior a presión para reducir la pérdida de calor para maximizar la eficiencia del sistema y para proteger al personal. Se prefiere el aislamiento exterior del recipiente 28 exterior a presión para el aislamiento interior del recipiente 28 exterior a presión, ya que permite la inspección de la superficie interior del recipiente 28 exterior a presión, que se requiere periódicamente por razones de seguridad y para satisfacer los requisitos de inspección obligatorios de los recipientes a presión. El aislamiento exterior del recipiente exterior a presión también evita una corrosión acelerada, que se sabe que se produce con aislamiento interior en la interfaz del recipiente a presión/aislamiento.

35 Se proporciona una capa de aislamiento 50 en la superficie interior del recipiente 24 interior y, preferentemente, se proporciona un espacio 52 entre la capa de aislamiento 50 y la superficie interior del recipiente 24 interior. Esta capa de aislamiento 50 y el espacio 52 permiten que el recipiente 24 interior funcione a una temperatura sustancialmente menor que el módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido. Las capas adicionales de aislamiento y los espacios se pueden proporcionar dentro del recipiente 24 interior para reducir aún más la temperatura de funcionamiento del recipiente 24 interior. Se puede proporcionar una capa 54 adicional de aislamiento en la superficie exterior del recipiente 24 interior para reducir aún más el flujo de calor transmitido desde el recipiente 24 interior al recipiente 28 exterior a presión. Se puede proporcionar un espacio entre la capa 54 de aislamiento y la superficie exterior del recipiente 24 interior.

40 El uso de las capas 48, 50 y 54 aislantes y los espacios 30 y 52 para un flujo de refrigeración de oxidante permite el uso de aleaciones asequibles y fácilmente disponibles para el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión. La masa de aleación/metal utilizado para fabricar el recipiente 24 interior y el recipiente exterior a presión, en particular el recipiente 28 exterior a presión, es significativa y evitar del uso de costosas superaleaciones de alta temperatura es importante para minimizar el coste de la disposición 10 de la celda de combustible.

45 Una disposición 110 alternativa de la celda de combustible de acuerdo con la presente invención se muestra en la figura 4, y las partes similares se designan con números similares.

50 En esta disposición, la disposición 110 de la celda de combustible comprende también un motor 60 de turbina de gas. El motor 60 de turbina de gas comprende un compresor 62 y una turbina 64, y la turbina 64 está dispuesta para accionar el compresor 62 a través de un eje 65.

55 Los electrodos 18 anódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido sobre el elemento 13 de soporte hueco del módulo 12 de célula de combustible de óxido sólido se suministran con un combustible mediante un colector 66 de suministro de combustible desde la tubería 42. A los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de

óxido sólido del módulo 12 de célula de combustible de óxido sólido se les suministra oxidante mediante un colector 70 oxidante.

5 Los electrodos 18 anódicos están provistos de un colector 68 de recolección de combustible en el que se descarga el combustible no usado. El colector 68 de recolección de combustible no utilizado está conectado a la tubería 42 a través de las tuberías 72 y 74 de tal manera que se suministra una primera porción del combustible no utilizado, recirculado, al colector 66 de combustible. Se proporciona un eyector 76 de combustible para inducir el suministro, recirculación, del combustible no utilizado del colector 68 de recolección de combustible no utilizado al colector 66 de combustible. Las tuberías 72, 74 y el eyector 76 de combustible forman un medio para recircular el combustible no utilizado desde los electrodos 18 anódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido nuevamente a los electrodos 18 anódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido. El eyector 76 de combustible presuriza el combustible no utilizado y mezcla el combustible no utilizado con el combustible suministrado por el suministro 34 de combustible a través de la tubería 42 al colector 66 de combustible. El combustible no utilizado del colector 68 de combustible no utilizado se suministra a la boquilla 76B secundaria del eyector 76 de combustible, se suministra el combustible desde el suministro 34 de combustible a la boquilla 76A principal del eyector 76 de combustible y se descarga el combustible no utilizado mezclado y el combustible desde la boquilla 76C de escape al colector 66 de combustible.

20 El colector 68 de recolección de combustible no utilizado también está conectado a una cámara 78 de combustión a través de la tubería 72 y una tubería 80 adicional de tal manera que una segunda porción del combustible no utilizado se suministra a la cámara 78 de combustión.

25 Los electrodos 22 catódicos están provistos de un conducto 82 de recolección de oxidante no utilizado en el que se descarga el oxidante no utilizado. El conducto 82 de recolección de oxidante no utilizado está conectado al espacio 26 dentro del recipiente 24 interior a través de los conductos 84 y 86, la cámara 78 de combustión y un conducto 88 de tal manera que se suministra, recirculada, una primera porción del oxidante no utilizado, al colector 70 de oxidante. Se proporciona un eyector 90 de oxidante para inducir el suministro, la recirculación, de oxidante no utilizado desde el conducto 82 de recolección de oxidante no utilizado al colector 70 de oxidante. Los conductos 84, 86, 88 y el eyector 90 de oxidante forman un medio para recircular oxidante no utilizado de los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido nuevamente a los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido. Los conductos 84, 86 y 88 están definidos por porciones del recipiente 24 interior.

35 La segunda porción de combustible no utilizado suministrado a un quemador de combustible en la cámara 78 de combustión se quema en la primera porción de oxidante no utilizado suministrado a la cámara 78 de combustión para producir gases calientes. Los gases calientes producidos en la cámara 78 de combustión están dispuestos para fluir con oxidante no utilizado a través del conducto 88 y el eyector 90 de oxidante en el espacio 26 entre el recipiente 24 interior y la carcasa 16 y de allí al colector 70 de oxidante. Los productos, los gases calientes y el oxidante no utilizado, de la cámara 78 de combustión son suministrados por la cámara 78 de combustión y el conducto 88 a la boquilla 90B secundaria del eyector 90. El eyector 90 de oxidante presuriza los productos de la cámara 78 de combustión y mezcla los productos de la cámara 78 de combustión con el oxidante suministrado por el compresor 62 a la boquilla 90A principal del eyector 90 de oxidante para precalentar el oxidante suministrado por el compresor 62. El eyector 90 de oxidante descarga los gases mezclados desde la boquilla 90C de escape del eyector 90 de oxidante en el espacio 26.

45 El conducto 82 de recolección de oxidante no utilizado también está conectado a la turbina 64 a través del conducto 84 y a un conducto 92 adicional de tal manera que se suministra una segunda porción del oxidante no utilizado a la turbina 64. La segunda porción del oxidante no utilizado acciona la turbina 64. La segunda porción del oxidante no utilizado fluye a continuación a través de una tubería 94 y se descarga a través de un escape 96. La turbina 64 también puede accionar un generador eléctrico 100.

50 En esta disposición, se crean tres zonas distintas X, Y y Z. La zona X, el espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión, la zona Y, el espacio 26 entre el recipiente 24 interior y los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido, y la zona Z, el espacio dentro de la tubería 42 del combustible, el colector 66 de suministro de combustible, el elemento 13 de soporte poroso hueco, el colector 68 de recolección de combustible no utilizado, las tuberías 72 y 80 a la cámara 78 de combustión, la tubería 74 y el eyector 76 de combustible. La zona X, el espacio 30, contiene oxidante comprimido, por ejemplo, aire comprimido u oxígeno. La zona Y, el espacio 26, contiene oxidante no utilizado del conducto 82 de recolección de oxidante no utilizado y los gases calientes producidos por la cámara 78 de combustión y el oxidante suministrado por el compresor 62. Los gases calientes de la cámara 78 de combustión no tienen contenido de combustible para fines prácticos y crean una zona segura y proporcionan una atmósfera oxidante. La presencia de un ambiente oxidante en la zona Y, el espacio 26, es importante porque permite el uso de aleaciones convencionales de alta temperatura para fabricar un recipiente 24 interior de alta integridad. Tales aleaciones de alta temperatura están diseñadas para funcionar con una buena resistencia a la corrosión a alta temperatura y resistencia en una atmósfera oxidante. La zona Z es el único espacio donde está presente el combustible e incluso entonces está contenido dentro de las tuberías 42, 72, 74 y 80, el eyector 76 de combustible, el quemador de combustible en la cámara 78 de combustión y el elemento 13 de soporte hueco del módulo 12 de la celda de combustible de óxido sólido. Tendría que ocurrir una falla de cualquiera de las

- 5 tuberías 42, 72, 74 o 80, el eyector 76 de combustible, el quemador de combustible o el elemento 13 de soporte hueco de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido para liberar combustible en la zona Y. Si hubiera una liberación de combustible en la zona de Y para conseguir una temperatura estequiométrica, el pico de presión sólo sería de 30 bar, que es controlable por el sistema del recipiente a presión. Como una consideración adicional de seguridad, la zona Z es un volumen compacto y la cantidad total de combustible presente en la zona Z es pequeña, por lo que incluso si todo el combustible escapado de la zona Z y mezclado con el oxidante, aire comprimido u oxígeno, en la zona Y antes de la ignición, la sobrepresión resultante es modesta y es fácilmente contenida por el recipiente exterior a presión.
- 10 Se dispone un primer sensor 114 de presión para medir la presión en el espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión, se dispone un segundo sensor 116 de presión para medir la presión en el espacio 26 en el recipiente 24 interior y e dispone un monitor 118 para comparar la presión medida por el primer sensor 114 de presión y la presión medida por el segundo sensor 116 de presión para determinar si hay un exceso de presión debido al mal funcionamiento de los componentes o la quema de combustible en uno o más de los módulos 12 de las celdas de combustible de óxido sólido. El monitor 118 envía una señal a un indicador 120, una alarma o una pantalla, si se detecta una sobrepresión. El monitor 118 también puede enviar una señal para cerrar la disposición de celdas de combustible de óxido sólido si se detecta un exceso de presión.
- 15
- 20 Una disposición 210 adicional de la celda de combustible de acuerdo con la presente invención se muestra en la figura 5, y es similar a la disposición mostrada en la figura 4 y las partes similares se designan con números similares.
- 25 La disposición 210 de la celda de combustible en la figura 5 se diferencia en que el flujo de oxidante suministrado por el compresor 62 se divide y una primera porción se suministra a través de la tubería 36A directamente, a presión completa, a la boquilla 90A principal del eyector 90 de oxidante y se suministra una segunda porción a través de la tubería 36B y un restrictor, o un dispositivo 102 alternativo de caída de presión, al espacio 30, la zona X, entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión. La segunda porción del oxidante entra posteriormente al espacio 26, zona Y, fluyendo a través de un restrictor, o un dispositivo 104 alternativo de caída de presión, y se mezcla con el flujo de salida de la boquilla 90C de escape del eyector 90 de oxidante. Los tamaños relativos de los restrictores 102 y 104 determinan la presión en la zona X, el espacio 30. La presión en la zona X, el espacio 30, se encuentra entre la presión del oxidante comprimido suministrado por el compresor 62 y la presión en la zona Y, el espacio 26. La presión en la zona X es menor que la presión suministrada por el compresor 62 y la presión en la zona X es mayor que la presión en la zona Y. Por lo tanto, esta disposición controla la caída de presión a través del recipiente 24 interior y está dispuesta para reducir la carga/caída de presión normal en el recipiente 24 interior mediante la reducción de la presión en la zona X, el espacio 30.
- 30
- 35 El eyector de oxidante puede ser una bomba de chorro. Alternativamente se pueden proporcionar otros medios para presurizar y mezclar los productos de la cámara de combustión con el oxidante suministrado por el compresor. Por ejemplo se puede proporcionar una turbomáquina, un ventilador, una bomba o un compresor para presurizar los productos de la cámara de combustión y se puede proporcionar un mezclador separado para mezclar los productos de la cámara de combustión y el oxidante. La turbomáquina puede ser accionada por una turbina de energía libre. El ventilador, la bomba o el compresor pueden ser accionados por una turbina de energía libre, eléctricamente o por otros medios adecuados.
- 40
- 45 El eyector de combustible puede ser una bomba de chorro. Alternativamente se pueden proporcionar otros medios para presurizar y mezclar el combustible no utilizado con el combustible proporcionado por el suministro de combustible. Por ejemplo se puede proporcionar una turbomáquina, un ventilador, una bomba o un compresor para presurizar el combustible no utilizado y se puede proporcionar un mezclador separado para mezclar el combustible no utilizado y el combustible. La turbomáquina puede ser accionada por una turbina de energía libre. El ventilador, la bomba o el compresor pueden ser accionados por una turbina de energía libre, eléctricamente o por otros medios adecuados.
- 50
- 55 Una disposición 310 alternativa de la celda de combustible de acuerdo con la presente invención se muestra en la figura 6, y es similar a la mostrada en la figura 4 y las partes similares se designan con números similares. La disposición 310 de la celda de combustible se diferencia en que hay una pluralidad de recipientes 24A y 24B interiores dispuestos dentro del recipiente 28 exterior a presión. En esta disposición los recipientes 24A y 24B interiores están dispuestos coaxialmente dentro del recipiente 28 exterior a presión con un espacio 30 entre ellos. Los recipientes 24A y 24B interiores y el recipiente 28 exterior a presión son sustancialmente tubulares, por ejemplo, de sección transversal circular, pero se pueden utilizar otras formas adecuadas. Los recipientes 24A y 24B interiores pueden ser de forma toroidal.
- 60
- Además, esta disposición muestra una pluralidad de módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido en cada uno de los recipientes 24A y 24B interiores.
- 65 En esta disposición, los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido están dispuestos de tal manera que la dirección longitudinal de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido se extienden sustancialmente de

5 forma radial con respecto a los ejes de los recipientes 24A y 24B interiores y con las superficies planas 15 y 17 de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido dispuestas en planos perpendiculares a los ejes de los recipientes 24A y 24B interiores. Los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido se disponen en pilas de tal manera que los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido están separadas axialmente y las pilas están dispuestas circunferencialmente alrededor de los ejes de los recipientes 24A y 24B interiores. El flujo de oxidante a través de las superficies 15 y 17 planas, y por lo tanto los electrodos 22 catódicos, está dispuesto para ser radialmente hacia dentro o circunferencialmente con respecto al eje de los recipientes 24A y 24B interiores. Para ayudar al flujo radialmente hacia el interior del oxidante, se prefiere que el eyector de oxidante, o los eyectores de oxidante, 90, estén dispuestos de tal manera que se extiendan radialmente con respecto a los ejes de los recipientes 24A y 24B interiores con las boquillas 90A principales dispuestas en los extremos interiores radialmente y las boquillas 90C de escape en los extremos radialmente exteriores.

15 En otra disposición, no mostrada, los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido están dispuestos de tal manera que la dirección longitudinal de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido se extiende sustancialmente perpendicularmente con respecto a los radios de los ejes de los recipientes 24A y 24B interiores y con las superficies 15 y 17 planas de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido dispuestas en planos perpendiculares a los ejes de los recipientes 24A y 24B interiores. Los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido se disponen en pilas de tal manera que los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido están separados axialmente y las pilas están dispuestas circunferencialmente alrededor de los ejes de los recipientes 24A y 24B interiores. El flujo de oxidante a través de las superficies 15 y 17 planas, y por lo tanto los electrodos 22 catódicos, está dispuesto para ingresar radialmente hacia dentro con respecto al eje de los recipientes 24A y 24B interiores. Para ayudar al ingreso del flujo de oxidante radialmente hacia el interior, se prefiere que el eyector de oxidante, o los eyectores de oxidante, 90, estén dispuestos de tal manera que se extiendan radialmente con respecto a los ejes de los recipientes 24A y 24B interiores con las boquillas 90A principales dispuestas en los extremos interiores radialmente y las boquillas 90C de escape en los extremos radialmente exteriores.

30 El flujo radialmente hacia el interior del oxidante a través de los módulos 12 de celdas de combustible produce un flujo que acelera debido a la reducción en el área de flujo en la dirección radialmente hacia el interior y esto impide la separación del flujo.

Se prefiere disponer los ejes del recipiente externo a presión y los recipientes interiores verticalmente, pero puede ser posible disponer los ejes del recipiente externo a presión y los recipientes interiores horizontalmente.

35 Un recipiente interior alternativo adecuado para uso en la disposición de celdas de combustible de la figura 6 se muestra en la figura 8. El recipiente 24C interior es tubular y tiene un eje T. El recipiente 24C interior tiene un primer extremo 400 y un segundo extremo 402. El recipiente 24C interior está provisto de un elemento 404 de soporte tubular interior, que es coaxial con el recipiente 24C interior y que se extiende entre y está asegurado al primero y segundo extremos 400 y 402 para hacer más rígido el recipiente 24C interior. El recipiente 24C interior está provisto de una pluralidad de dispositivos 406, que permiten la expansión y la contracción radial del primero y segundo extremo 400 y 402 del recipiente 24C interior, debido a la expansión y contracción térmica del elemento 404 de soporte tubular. Los dispositivos 406 resisten la carga, compresión o tensión axial, en el recipiente 24C interior. Los dispositivos 406 están dispuestos preferiblemente tanto en el primero como en el segundo extremos 400 y 402 del recipiente 24C interior, pero puede ser posible proporcionarlos sólo en uno de los extremos primero y segundo 400 y 402 del recipiente 24C interior.

45 Cada dispositivo 406 comprende un elemento 408 alargado corrugado que tiene depresiones 410 espaciadas longitudinalmente y picos 412 espaciados longitudinalmente. El elemento 408 alargado corrugado está asegurado o unido, por ejemplo por soldadura, soldadura fuerte o pegamento, en sus depresiones 410 espaciadas longitudinalmente a un extremo 400 o 402 del recipiente 24C interior. El elemento 408 alargado corrugado está asegurado o unido, por ejemplo mediante soldadura, soldadura fuerte o pegamento, en sus picos 412 espaciados longitudinalmente a un elemento 414 alargado. El elemento 414 alargado tiene una sección transversal en forma de U y el elemento 408 alargado corrugado se asegura o une al elemento 414 alargado a la superficie entre las extremidades del elemento 414 alargado en forma de U.

55 Cada dispositivo 406 se extiende radialmente con respecto al eje T del recipiente 24C interior y por lo tanto hay una pluralidad de dispositivos 406 espaciados angularmente en cada uno de los primero y segundo extremos 400 y 402 o en uno de los primero y segundo extremos 400 y 402.

60 Otra disposición 510 de la celda de combustible de acuerdo con la presente invención se muestra en las figuras 9 y 10 y es similar a la mostrada en la figura 4, y las partes similares se designan con números similares.

65 En esta disposición, la disposición 510 de la celda de combustible comprende también un motor 60 de turbina de gas. El motor 60 de turbina de gas comprende un compresor 62 y una turbina 64, y la turbina 64 está dispuesta para accionar el compresor 62 a través de un eje 65.

Los electrodos 18 anódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido sobre el elemento 13 de soporte hueco del módulo 12 de célula de combustible de óxido sólido reciben combustible mediante un colector 66 de suministro de combustible desde la tubería 42. Los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido del

5
10
15
20

Los electrodos 18 anódicos están provistos de un colector 66 de recolección de combustible no utilizado en el que se descarga el combustible no usado. El colector 68 de recolección de combustible no utilizado está conectado a la tubería 42 a través de las tuberías 72 y 74 de tal manera que se suministra una primera porción del combustible no utilizado, recirculado, al colector 66 de combustible. Se proporciona un eyector 76 de combustible para inducir el suministro, recirculación, del combustible no utilizado del colector 68 de recolección de combustible no utilizado al colector 66 de combustible. Las tuberías 72, 74 y el eyector 76 de combustible forman un medio para recircular el combustible no utilizado de los electrodos 18 anódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido de nuevo a los electrodos 18 anódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido. El eyector 76 de combustible presuriza el combustible no utilizado y mezcla el combustible no utilizado con el combustible suministrado por el suministro 34 de combustible a través de la tubería 42 al colector 66 de combustible. El combustible no utilizado del colector 68 de recolección de combustible no utilizado se suministra a la boquilla 76B secundaria del eyector 76 de combustible, se suministra combustible del suministro 34 de combustible a la boquilla 76A principal del eyector 76 de combustible y se descarga el combustible no utilizado mezclado y el combustible desde la boquilla 76C de escape al colector 66 de combustible.

25

El colector 68 de recolección de combustible no utilizado también está conectado a una cámara 78 de combustión a través de la tubería 72 y una tubería adicional 80 de tal manera que se suministra una segunda porción del combustible no utilizado a la cámara 78 de combustión.

30

Los electrodos 22 catódicos están provistos de un conducto 82 de recolección de oxidante no utilizado en el que se descarga el oxidante no utilizado. El conducto 82 de recolección de oxidante no utilizado se define por el espacio 26 dentro del recipiente 24 interior. El conducto 82 de recolección de oxidante no utilizado está conectado al conducto 86, la cámara 78 de combustión y un conducto 88 de tal manera que se suministra una primera porción del oxidante no utilizado, recirculado, al colector 70 de oxidante. Se proporciona un eyector 90 de oxidante para inducir el suministro, la recirculación, de oxidante no utilizado desde el conducto 82 de recolección oxidante no utilizado al colector 70 de oxidante. Los conductos 86, 88 y el eyector 90 forman un medio para recircular oxidante no utilizado de los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido. Los conductos 84, 86 y 88 están definidos por las porciones del recipiente 24 interior.

35
40
45

Se suministra la segunda porción de combustible no utilizado a un quemador de combustible en la cámara 78 de combustión y se quema en la primera porción del oxidante no utilizado suministrado a la cámara 78 de combustión para producir gases calientes. Los gases calientes producidos en la cámara 78 de combustión están dispuestos para fluir con oxidante no utilizado a través del conducto 88 y el eyector 90 de oxidante en el espacio 26 dentro del recipiente 24 interior y de allí al colector 70 de oxidante. Los productos, los gases calientes y el oxidante no utilizado, de la cámara 78 de combustión son suministrados por la cámara 78 de combustión y el conducto 88 a la boquilla 90B secundaria del eyector 90 del oxidante. El eyector 90 de oxidante presuriza los productos de la cámara 78 de combustión y se mezcla los productos de la cámara 78 de combustión con el oxidante suministrado por el compresor 62 en la boquilla 90A primaria del eyector 90 de oxidante para precalentar el oxidante suministrado por el compresor 62. El eyector 90 de oxidante descarga los gases mezclados de la boquilla 90C de escape del eyector 90 de oxidante en el espacio 26.

50

El conducto 82 de recolección de oxidante no utilizado también está conectado a la turbina 64 a través del conducto 92 de tal manera que se suministra una segunda porción del oxidante no utilizado a las turbinas 64. La segunda porción del oxidante no utilizado acciona la turbina 64. La segunda porción del oxidante no utilizado fluye a continuación a través de una tubería 94 y se descarga a través de un escape 96. La turbina 64 también puede accionar un generador eléctrico 100.

55
60
65

En esta disposición, los ejes del recipiente 28 exterior a presión y el recipiente 24 interior están dispuestos coaxialmente con el espacio 30 entre los mismos y los ejes del recipiente 28 exterior a presión y el recipiente 24 interior se extienden horizontalmente. Una pluralidad de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido se disponen dentro del recipiente 24 interior y los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido están dispuestos de tal manera que la dirección longitudinal de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido se extienden de forma sustancialmente horizontal y paralela al eje del recipiente 24 interior y con las superficies 15 y 17 planas de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido dispuestas en planos sustancialmente horizontales. Los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido se disponen en pilas 512 de manera que los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido en cada pila 512 están separados verticalmente y las pilas 512 están separadas horizontalmente en la dirección axial. También, en cada posición axial hay una pluralidad de pilas 512 de módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido espaciadas horizontalmente sustancialmente en forma transversal a la dirección axial. El flujo de oxidante a través de las superficies 15 y 17 planas, y por lo tanto los electrodos 22 catódicos, de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido está dispuestos para ser transversales a la dirección axial con respecto al eje del recipiente 24 interior. Para ayudar al flujo de oxidante, las

- 5 pilas 512 de módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido en cada posición axial se encuentran en cajas 514. Las cajas 514 tienen una base 516, una parte superior 518, dos lados 520 y 522 separados axialmente y dos extremos abiertos. Cada pila 512 de módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido se suministra con combustible de un colector 66 de suministro de combustible y los suministros de combustible sin usar a un colector 68 de combustible no utilizado, como se indicó anteriormente. El oxidante fluye en las cajas 514 a través de un extremo abierto de cada caja 514 desde el colector 70 de suministro de oxidante, sobre los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido y fuera del otro extremo abierto de cada caja 514 a un reformador 524 respectivo de combustible. Cada reformador 524 de combustible es calentado por el flujo respectivo de oxidante. El oxidante de cada caja 514 fluye entonces al conducto 82 de recolección de oxidante y fluye entonces o bien a través del conducto 92 a la turbina 64 o a través del conducto 86 a la cámara 78 de combustión. Cada reformador 524 de combustible suministra combustible al colector 66 de suministro de combustible para las pilas 512 en la caja 514 asociada. El combustible no utilizado en los colectores 68 de recolección de combustible no utilizado se suministra a través del conducto 80 a la cámara 78 de combustión o a través del conducto 74 al eyector 76 de combustible como se discutió anteriormente. La porción superior 518 y los lados 520 y 522 de las cajas 514 cuentan con aislamiento. Las cajas 514 definen elementos de guía del flujo para dirigir el flujo de oxidante, aire comprimido u oxígeno, en el espacio 26 de tal manera que el oxidante fluye sobre los electrodos 22 catódicos de las celdas 14 de combustible de óxido sólido de los módulos 12 de celdas de combustible de óxido sólido. Los electrodos 22 catódicos están por lo tanto en contacto con el oxidante en el espacio 26 dentro del recipiente 24 interior.
- 10 La disposición de la figura 9 se diferencia en que el oxidante desde el compresor 62 no se suministra directamente al espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión, en lugar de suministrar el oxidante directamente a un espacio 26B definido por una porción 24C del recipiente 24 interior y un elemento 24B de pared asegurado al recipiente 24 interior. Se suministra luego el oxidante desde el espacio 26B a la boquilla 90A principal del eyector 90 de oxidante. El espacio 26B es presurizado hasta una presión sustancialmente igual a la presión del oxidante suministrado por el compresor 62 y es igual a la presión en el espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión. No hay gases inflamables presentes en el espacio 26B de modo que la seguridad no se ve significativamente afectada. La conexión de la tubería 36 desde el compresor 62 al espacio 26B no está sellada, de modo que el espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior a presión se presuriza a la presión del oxidante suministrado por el compresor 62, pero no hay flujo de oxidante alrededor, o a través de, el espacio 30. El espacio 26B está conectado al eyector 90 de oxidante por un conducto 526. El espacio 26B está separado del espacio 26A en el recipiente 24 interior por la porción 24C del recipiente 24 interior, que es una pared horizontal de modo que la presión en el espacio 30 entre el recipiente 24 interior y el recipiente 28 exterior y la presión en el espacio 26B es mayor que la presión en el espacio 26A en el recipiente 24 interior.
- 15 El espacio 26B también se utiliza para proporcionar cables eléctricos, tuberías etc.
- 20 Las disposiciones de celdas de combustible en las figuras 1, 4, 5, 6 y 8 están dispuestas preferiblemente de tal manera que los ejes del recipiente exterior a presión y el recipiente interior están dispuestos verticalmente, pero los ejes del recipiente exterior a presión y el recipiente interior pueden estar dispuestos horizontalmente.
- 25 La disposición de la celda de combustible de la presente invención tiene una serie de ventajas. Las ventajas más importantes se relacionan con riesgos para la seguridad y la integridad para la contención de la presión.
- 30 La presencia del recipiente interior; o recipientes interiores, y su o sus, aislamiento y enfriamiento asociados permiten que el recipiente exterior a presión opere con un mayor margen de seguridad con la temperatura durante el funcionamiento normal y el recipiente exterior a presión está protegido de la exposición directa a las llamas y altas temperaturas que pueden presentarse después de un fallo de un módulo de celda de combustible de óxido sólido.
- 35 El volumen completo dentro del recipiente interior, o los recipientes interiores, dentro de los cuales el módulo de la celda de combustible de óxido sólido, o los módulos de celdas de combustible de óxido sólido, pueden tener fugas que pueden mantenerse por encima de una temperatura predeterminada, la temperatura de ignición espontánea, para las posibles mezclas de combustible/oxidante. Esto hace que la disposición de la celda de combustible sea más segura, ya que es imposible que una acumulación de fugas de combustible fuera de los conductos de combustible cree las condiciones adecuadas para una explosión, debido a que la fuga de combustible se inflama y arde en el sitio o sitios de fuga inmediatamente. Estas condiciones aplican a todos los puntos de generación de carga para la disposición de la celda de combustible, dejando solamente períodos cortos durante las fases de puesta en marcha y enfriamiento cuando esto no es así y se toman otras precauciones contra la ignición explosiva.
- 40 La detección de sobrepresión en la disposición de celdas de combustible debido al mal funcionamiento de los componentes o la inflamación del combustible en el módulo de la celda de combustible es fácil, ya que produce una inversión de la diferencia de presión a través del recipiente interior, por ejemplo, en condiciones normales, la presión dentro del recipiente interior es menor que la presión entre el recipiente interior y el recipiente exterior a presión y en condiciones de sobrepresión dentro del recipiente interior es mayor que la presión entre el recipiente interior y el recipiente exterior a presión.
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

- 5 El uso de una disposición de doble recipiente, por ejemplo, recipiente interior, o recipientes interiores, y recipiente exterior a presión, permite proteger el recipiente exterior a presión del ambiente de alta temperatura de la pila de celdas de combustible en el recipiente interior, o recipientes interiores. El recipiente exterior a presión forma la contención de presión principal de la disposición y funciona a una temperatura más baja que una disposición de un solo recipiente a presión y funciona con un mayor margen de seguridad que una disposición de un solo recipiente a presión.
- 10 En una disposición, el uso de aislamiento dentro del recipiente interior y el uso de un suministro de aire a los electrodos catódicos de la pila de celdas de combustible como refrigerante entre el recipiente interior y el recipiente exterior a presión permite el uso de aleaciones de menor grado, y por lo tanto más económicas, para los recipientes a presión.
- 15 En otra disposición, el aire entre el recipiente interior y recipiente exterior a presión está estancado y actúa como una capa adicional de aislamiento.
- 20 El recipiente interior, o recipientes interiores, sólo tienen que soportar la carga de baja presión, y por lo tanto los niveles de tensión, y permiten que el volumen completo encerrado en el interior del recipiente o recipientes interiores, opere por encima de la temperatura de ignición espontánea del combustible y las mezclas de aire que puedan estar presentes en el caso de un fallo/fuga. Esto proporciona ventajas de seguridad significativas previniendo el desarrollo de condiciones adecuadas para una explosión y evita una considerable complicación de la disposición de celdas de combustible para evitar explosiones.
- 25 La presente invención permite el uso de una configuración física para la implementación económica de una disposición de la celda de combustible con recirculación del oxidante no utilizado desde los electrodos catódicos nuevamente a los electrodos catódicos junto con los productos de la combustión del oxidante no utilizado de los electrodos catódicos y el combustible no usado desde los electrodos anódicos y oxidante fresco. Esta disposición de la celda de combustible también tiene la recirculación del combustible no utilizado desde los electrodos anódicos nuevamente a los electrodos catódicos junto con combustible fresco. Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a módulos de celdas de combustible de óxido sólido con celdas de combustible de óxido sólido dispuestas sobre los mismos, y apoyados por un elemento de soporte poroso hueco con dos superficies planas, lisas, paralelas, la presente invención también es aplicable a módulos de celdas de combustible de óxido sólido, donde las celdas de combustible de óxido sólido están soportadas por los electrodos anódicos o donde las celdas de combustible de óxido sólido están soportadas por el(los) electrolito(s).
- 30 Aunque la presente invención ha sido descrita con referencia a módulos de celdas de combustible de óxido sólido con celdas de combustible de óxido sólido dispuestas sobre un elemento de soporte poroso hueco con dos superficies planas, lisas, paralelas, la presente invención también es aplicable a módulos de celdas de combustible de óxido sólido tubulares huecas con celdas de combustible de óxido sólido dispuestas con los electrodos anódicos dentro de los electrodos catódicos y el combustible suministrado a los módulos de celdas de combustible de óxido sólido tubulares huecas. Las celdas de combustible de óxido sólido tubulares pueden ser soportadas por un elemento tubular poroso hueco radialmente dentro de los electrodos anódicos, las celdas de combustible de óxido sólido pueden ser soportadas por los electrodos anódicos o las celdas de combustible de óxido sólido puede ser soportadas por el(los) electrolito(s).
- 35 La presencia de una disposición de celda de combustible con recirculación del oxidante no utilizado desde los electrodos catódicos nuevamente a los electrodos catódicos junto con oxidante fresco desde el espacio entre el recipiente interior y el recipiente exterior proporciona una mayor carga de compresión en el recipiente interior. La recirculación del oxidante no utilizado desde los electrodos catódicos nuevamente a los electrodos catódicos es proporcionada por el oxidante fresco, que está a una presión más alta en el espacio entre el recipiente interior y el recipiente exterior a presión, ya que se suministra desde un compresor. La recirculación del oxidante no utilizado desde los electrodos catódicos nuevamente a los electrodos catódicos tiene lugar totalmente dentro del recipiente interior. También hay una cámara de combustión dentro de la trayectoria de recirculación para que el oxidante no utilizado queme el combustible sin usar en una porción del oxidante no utilizado. El oxidante no utilizado de las celdas de combustible de óxido sólido se recoge dentro del recipiente interior y se suministra una porción del oxidante no utilizado a la turbina para accionar el compresor y se recircula de nuevo una porción del oxidante no utilizado a los electrodos catódicos de las celdas de combustible de óxido sólido. A diferencia de presión a través del recipiente interior asegura que, en el caso de una ruta de fuga a través del recipiente interior, haya un flujo de oxidante fresco frío desde el espacio entre el recipiente interior y el recipiente exterior a presión al espacio dentro del recipiente interior para mejorar la seguridad inherente de la disposición.
- 40 La recirculación del oxidante no utilizado se puede lograr usando un compresor, u otro dispositivo adecuado como se ha mencionado anteriormente, pero habría una diferencia de presión más baja entre el espacio dentro del recipiente interior y el espacio entre el recipiente interior y el recipiente exterior a presión.
- 45
- 50
- 55
- 60

Aunque la presente invención ha sido descrita con referencia a las celdas de combustible de óxido sólido, la presente invención es igualmente aplicable a celdas de combustible de carbonato fundido u otros tipos de celdas de combustible que funcionan a altas temperaturas, por ejemplo, más de 300°C.

5

Reivindicaciones

- 5 1. Una disposición (110) de la celda de combustible que comprende al menos un módulo (12) de la celda de combustible, cada módulo (12) de la celda de combustible comprende una pluralidad de celdas (14) de combustible, cada celda (14) de combustible comprende un electrodo (18) anódico, un electrodo (22) catódico y un electrolito (20), al menos un módulo (12) de la celda de combustible es hueco y define al menos una cámara (16), al menos un módulo (12) de la celda de combustible está dispuesto dentro de al menos un recipiente (24) interior y al menos un recipiente (24) interior está dispuesto dentro de un recipiente (28) exterior a presión, un medio (32) para suministro de oxidante a los electrodos (22) catódicos, un medio (34) para suministrar combustible a los electrodos (18) anódicos, el medio (32) para el suministro de materiales oxidantes que se oxidan en un espacio (30) entre al menos un recipiente (24) interior y el recipiente (28) exterior a presión, caracterizada porque el medio (32) para el suministro de oxidante está dispuesto para suministrar oxidante al espacio (26) dentro del recipiente (24) interior, el espacio (26) dentro del recipiente (24) interior está dispuesto para el suministro de oxidante a los electrodos (22) catódicos, el medio (34) para suministrar combustible está dispuesto para suministrar combustible a al menos una cámara (16) en al menos un módulo (12) de la celda de combustible, al menos una cámara (16) en al menos un módulo (12) de la celda de combustible está dispuesto para suministrar combustible a los electrodos (18) anódicos de al menos un módulo (12) de la celda de combustible, medios (84, 86, 88, 90) para recircular oxidante no utilizado desde los electrodos (22) catódicos nuevamente a los electrodos (22) catódicos y el medio (32) para el suministro de oxidante a los electrodos (22) catódicos está dispuesto de tal manera que la presión en el espacio (30) entre el recipiente (28) exterior a presión y al menos un recipiente (24) interior es mayor que la presión en al menos un recipiente (24) interior de tal manera que al menos un recipiente (24) interior se somete a una carga de compresión.
- 25 2. Una disposición de la celda de combustible de acuerdo con la reivindicación 1 en donde los medios (84, 86, 88, 90) para recircular oxidante no utilizado de los electrodos (22) catódicos nuevamente a los electrodos (22) catódicos comprende al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 30 3. Una disposición de la celda de combustible como la reivindicada en la reivindicación 2 en donde el medio (32) para el suministro de oxidante suministra el oxidante desde el espacio (30) entre al menos un recipiente (24) interior y el recipiente (28) exterior a presión en al menos un recipiente (24) interior.
- 35 4. Una disposición de la celda de combustible como la reivindicada en la reivindicación 3 en donde el medio (32) para el suministro de oxidante suministra el oxidante desde el espacio (30) entre al menos un recipiente (24) interior y el recipiente (28) exterior a presión en al menos un recipiente (24) interior a través de al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 40 5. Una disposición de la celda de combustible como la reivindicada en la reivindicación 3 en donde el medio (32) para el suministro de oxidante suministra una primera porción (36B) del oxidante a través de al menos un restrictor (102) al espacio (30) entre al menos un recipiente (24) interior y el recipiente (28) exterior a presión, el medio (32) para suministro de oxidante suministra una segunda porción (36A) del oxidante en al menos un recipiente (24) interior, el medio (32) para suministro de oxidante suministra la segunda porción (36A) del oxidante en al menos el recipiente (24) interior a través de al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina, el medio (32) para suministro de oxidante suministra la primera porción (36B) de oxidante desde el espacio (30) entre el recipiente (28) exterior a presión y al menos un recipiente (24) interior en al menos un recipiente (24) interior a través de al menos un restrictor (104) y al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 45 6. Una disposición de la celda de combustible como la reivindicada en la reivindicación 3 en donde el medio (32) para el suministro de oxidante suministra el oxidante desde el espacio (30) entre al menos un recipiente (24) interior y el recipiente (28) exterior a presión a un espacio (26) entre el recipiente (24) interior y al menos un módulo (12) de una celda de combustible, existen medios para el suministro de oxidante no utilizado a un espacio (26) entre al menos un recipiente (24) interior y al menos un módulo (12) de la celda de combustible, el medio para suministro de oxidante no utilizado al espacio (26) entre al menos un recipiente (24) interior y al menos un módulo (12) de una celda de combustible comprende al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 50 7. Una disposición de la celda de combustible como la reivindicada en la reivindicación 6, en donde el medio para suministro de oxidante no utilizado al espacio entre al menos un recipiente (24) interior y al menos un módulo (12) de una celda de combustible comprende al menos una cámara (78) de combustión, medios para suministrar oxidante no utilizado a al menos una cámara (78) de combustión y medios para suministrar combustible no utilizado a al menos una cámara (78) de combustión y medios para suministrar los productos de al menos una cámara (78) de combustión a al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 55 8. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde se proporciona un aislamiento (50) en la superficie interior de al menos un recipiente (24) interior, se proporciona un espacio (52) entre el aislamiento (50) y la superficie interior de al menos un recipiente (24) interior, se proporciona aislamiento (54) en la superficie exterior de al menos un recipiente (24) interior, se proporciona un espacio entre el aislamiento (54) y la superficie exterior de al menos un recipiente (24) interior, se proporciona aislamiento (48) en la superficie exterior del recipiente (28) exterior a presión.

- 5 9. Una disposición de la celda de combustible como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde hay una pluralidad de recipientes (24) interiores o un único recipiente (24) interior y una pluralidad de módulos (12) de celdas de combustible (12) están dispuestos dentro de cada recipiente (24) interior.
- 10 10. Una disposición de la celda de combustible como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en donde el medio (32) para el suministro de oxidante comprende una bomba o un compresor (62), el compresor (62) está conectado a una turbina (64) y se suministra una porción del oxidante no utilizado a la turbina (64) para accionar la turbina (64)
- 15 11. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 en donde se dispone un primer sensor (114) de presión para medir la presión en el espacio (30) entre al menos un recipiente (24) interior y el recipiente (28) exterior a presión, se dispone un segundo sensor (116) de presión para medir la presión en el espacio (26) entre al menos un recipiente (24) interior y al menos un módulo (12) de una celda de combustible y se dispone un monitor (118) para comparar la presión medida por el primer sensor (114) de presión y la presión medida por el segundo sensor (116) de presión para determinar si hay una sobrepresión debido al mal funcionamiento del componente o la quema de combustible en el módulo (12) de la celda de combustible.
- 20 12. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en la reivindicación 4, reivindicación 5, reivindicación 6 o la reivindicación 7 en donde se dispone al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina de tal forma que se extiende radialmente con respecto a los ejes de al menos un recipiente (24) interior con la entrada (90A) de al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina dispuesto en el extremo radialmente interior y el escape (90C) de al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina dispuesto en el extremo radialmente exterior.
- 25 13. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en donde al menos un recipiente (24) interior define un espacio (30) con un elemento (24C) de pared fijado a al menos un recipiente (24) interior, el medio (32) para el suministro de oxidante suministra oxidante en el espacio (26B) entre al menos un recipiente (24) interior y el elemento (24C) de pared.
- 30 14. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en la reivindicación 13 en donde el medio (32) para el suministro de oxidante suministra oxidante desde el espacio entre al menos un recipiente (24) interior y el elemento de pared al espacio (26) dentro de al menos un recipiente (24) interior.
- 35 15. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en la reivindicación 14 en donde el medio (32) para el suministro de oxidante suministra el oxidante desde el espacio entre al menos un recipiente (24) interior y el elemento de pared al espacio dentro de al menos un recipiente (24) interior a través de al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 40 16. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en la reivindicación 13, la reivindicación 14 o la reivindicación 15 en donde el medio (32) para el suministro de oxidante suministra oxidante desde el espacio entre al menos un recipiente (24) interior y el elemento de pared al espacio entre al menos un recipiente (24) interior y el recipiente (28) exterior a presión.
- 45 17. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en la reivindicación 4, la reivindicación 5, la reivindicación 6, la reivindicación 7 o la reivindicación 15 en donde al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina está dispuesto de tal forma que se extiende axialmente con respecto a los ejes de al menos un recipiente (24) interior con la entrada (90A) de al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina dispuesto en un extremo axial del recipiente (24) interior y el escape (90C) de al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina dispuesto en una región central del recipiente (24) interior.
- 50 18. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en la reivindicación 2 en donde el medio (32) para el suministro de oxidante al espacio (26) dentro de al menos un recipiente (24) interior suministra el oxidante a través de al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina a un espacio entre al menos un recipiente (24) interior y al menos un módulo (12) de la celda de combustible.
- 55 19. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en la reivindicación 18 en donde al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina suministra oxidante no utilizado desde al menos un módulo (12) de la celda de combustible al espacio entre al menos un recipiente (24) interior y al menos un módulo (12) de la celda de combustible.
- 60 20. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en la reivindicación 19 en donde hay medios para el suministro de oxidante no utilizado desde al menos un módulo (12) de una celda de combustible a al menos una cámara (78) de combustión, medios para suministrar combustible no utilizado desde al menos un módulo (12) de una celda de combustible a al menos una cámara (78) de combustión, y medios para suministrar los productos de al menos una cámara (78) de combustión a al menos un eyector (90), bomba, ventilador, compresor o turbomáquina.
- 65

21. Una disposición de una celda de combustible como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20 en donde las celdas (14) de combustible son celdas de combustible de óxido sólido.

5

Fig.1.

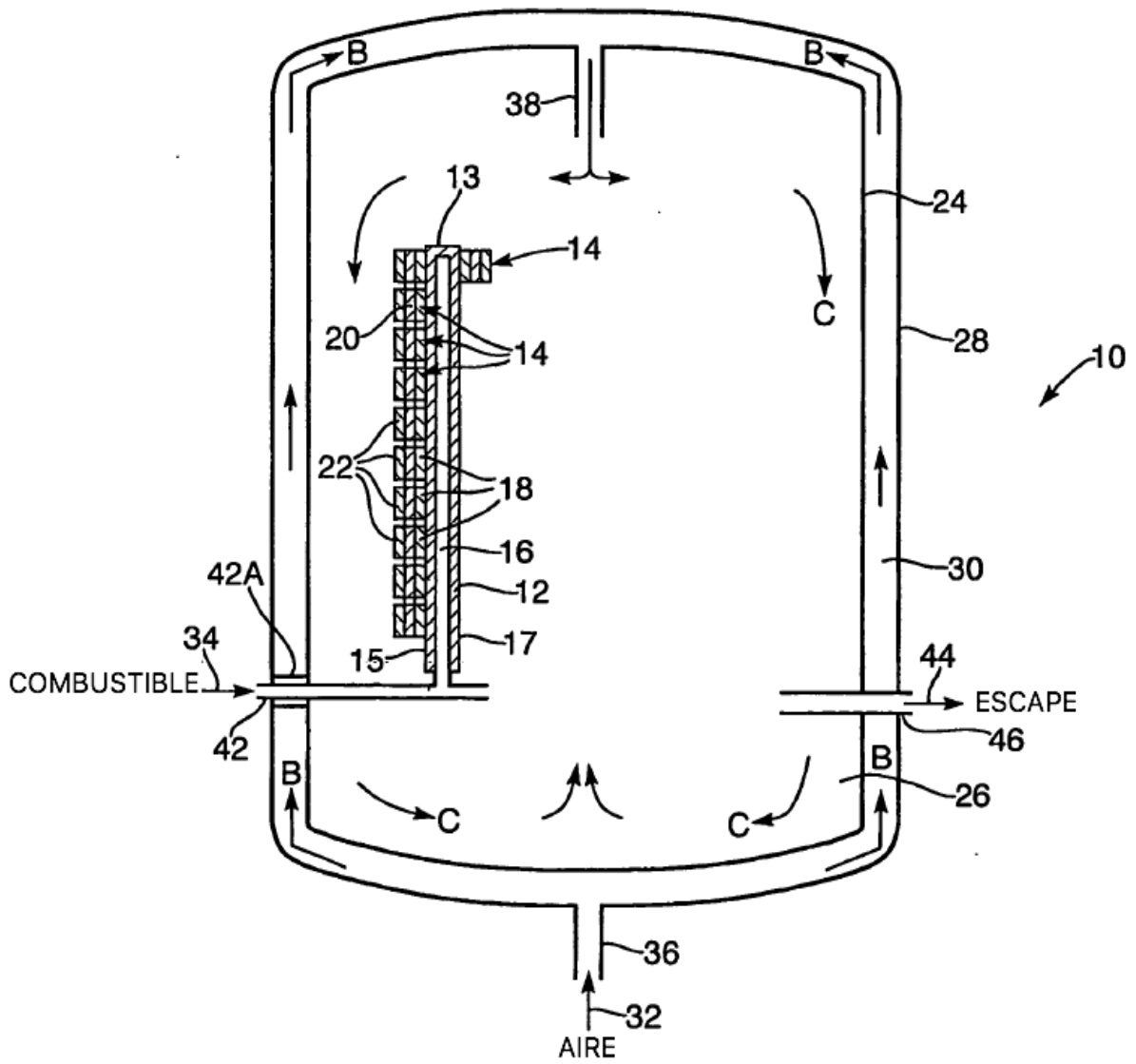


Fig.2.

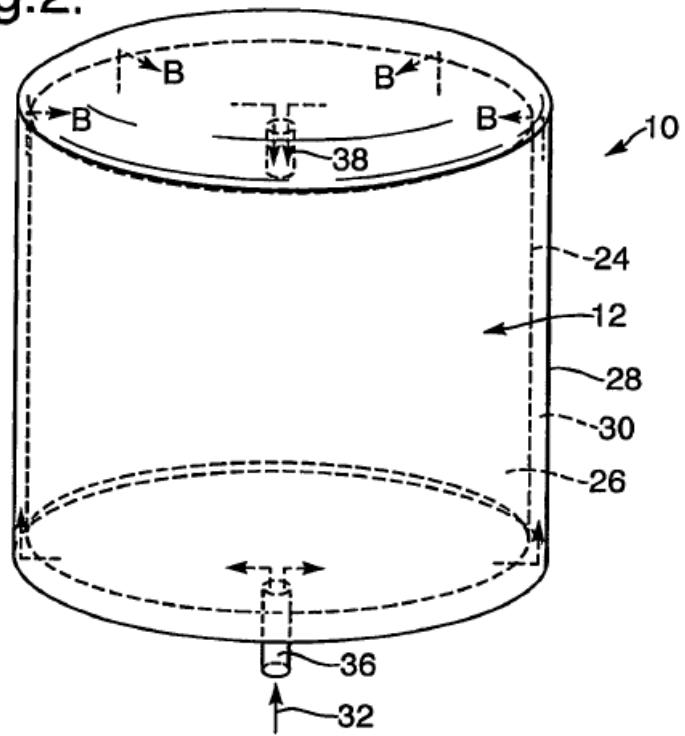


Fig.3.

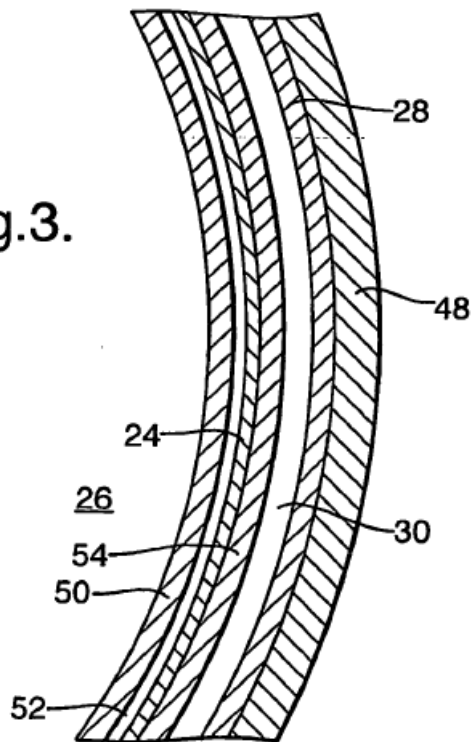


Fig.4.

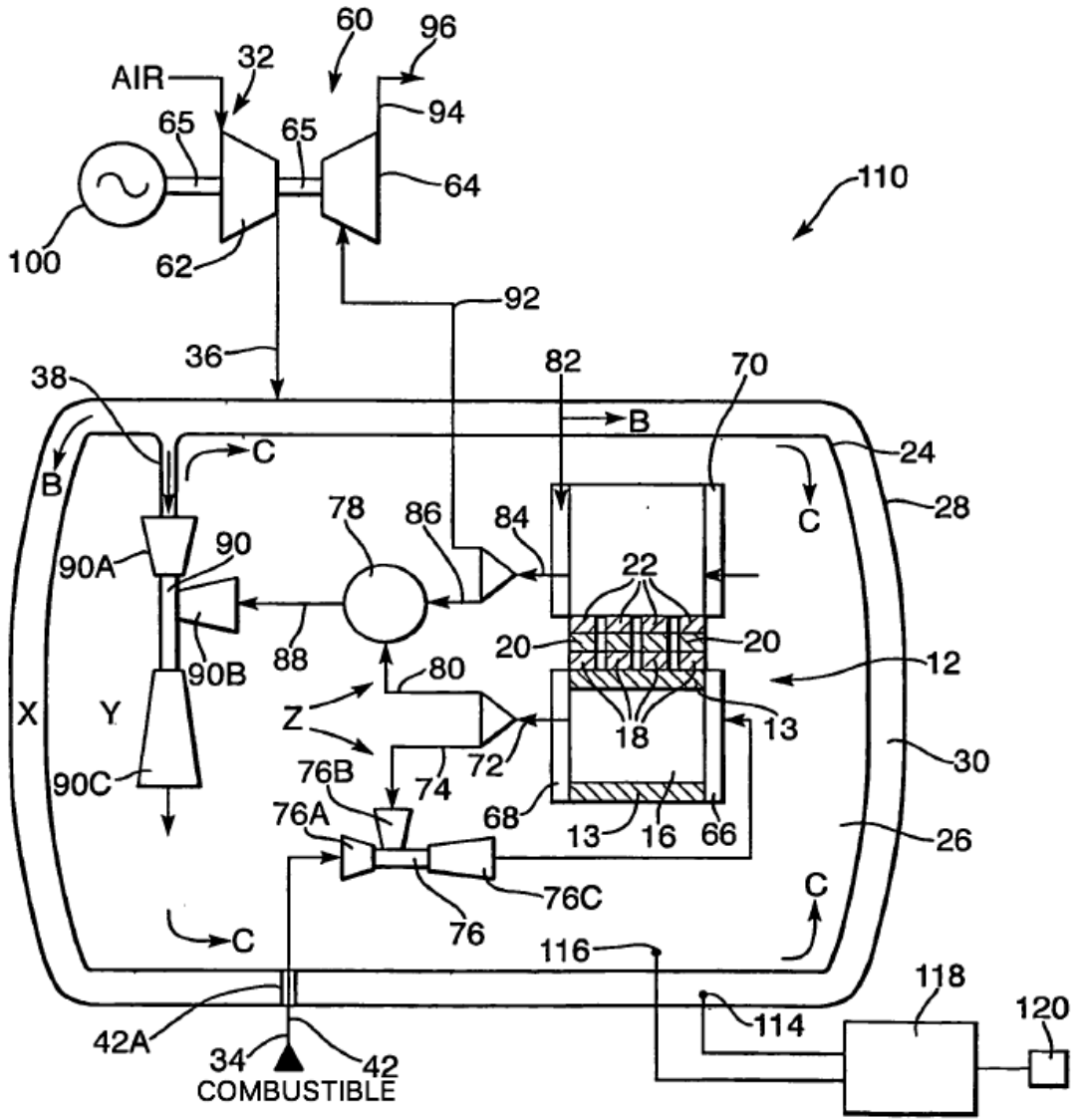


Fig.5.

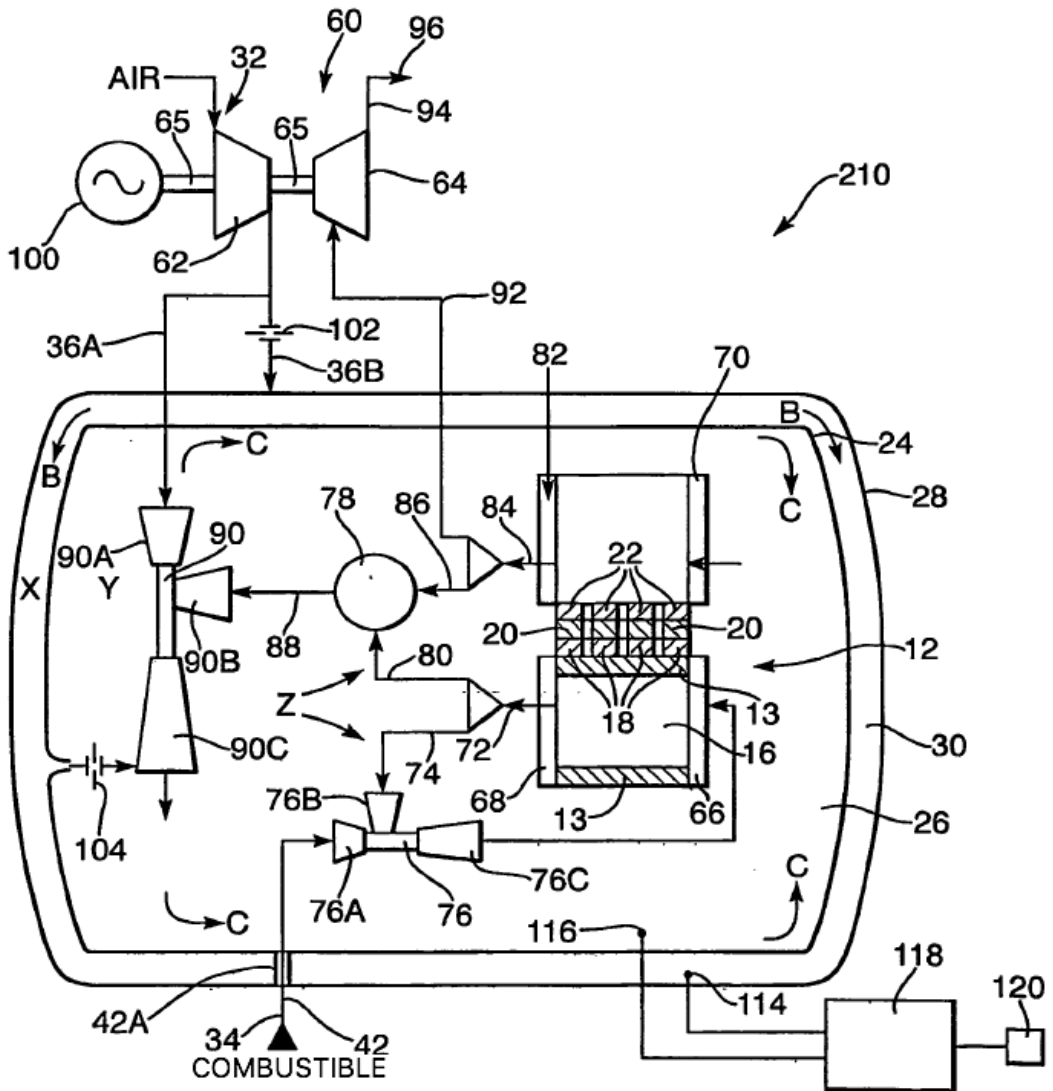


Fig.6.

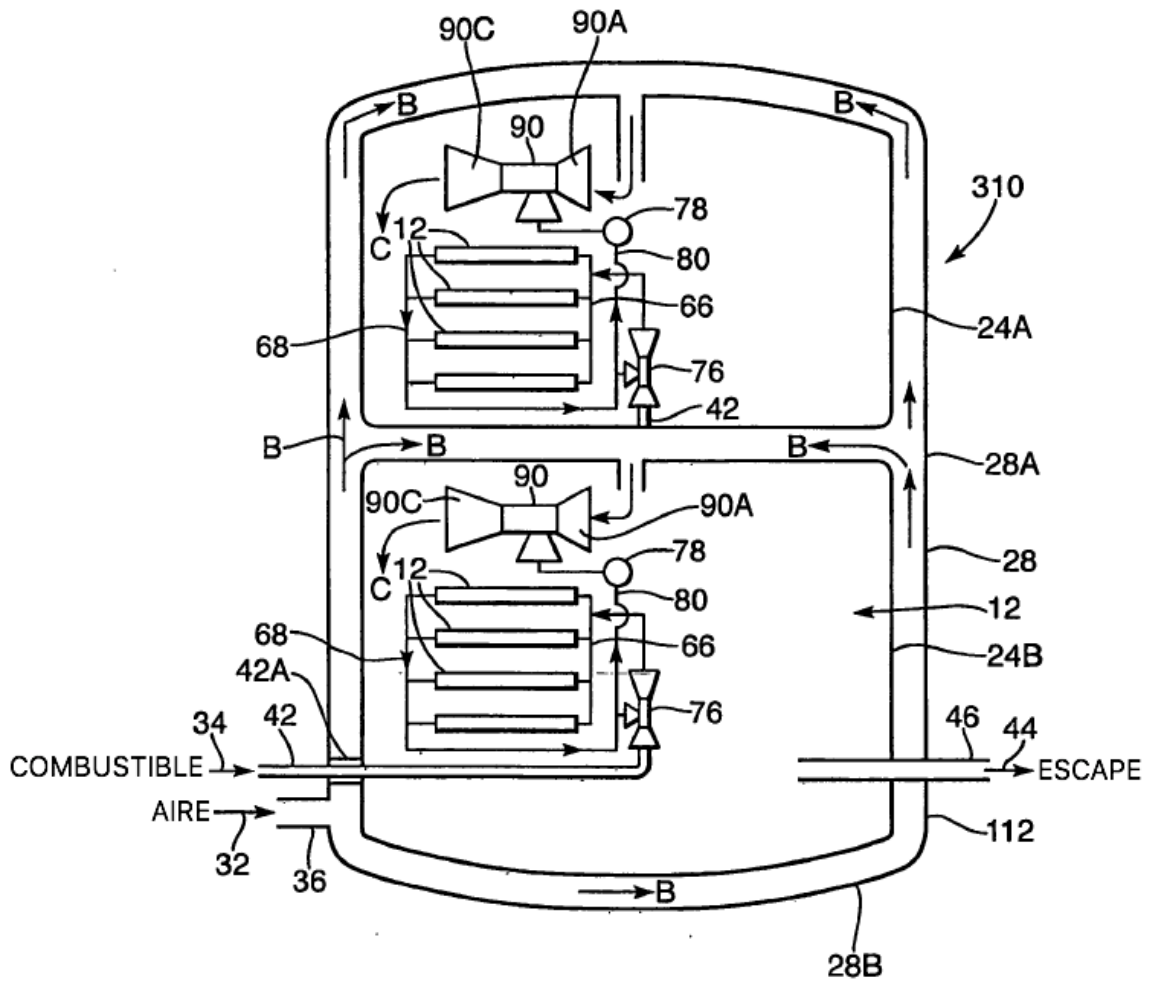


Fig.7.

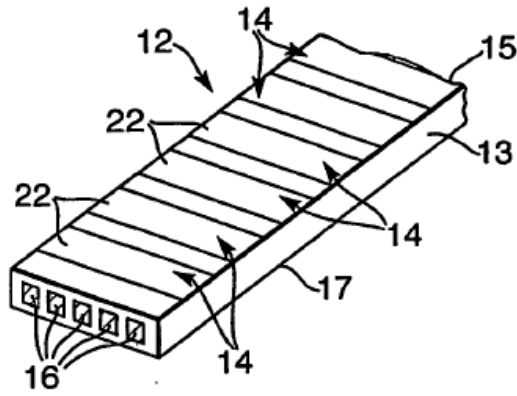
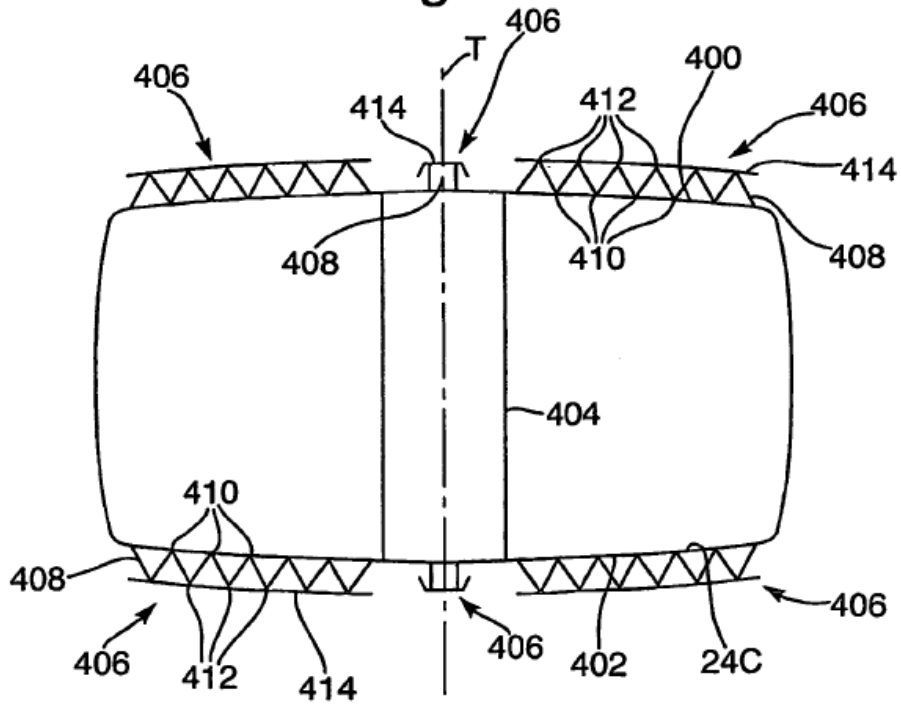


Fig.8.



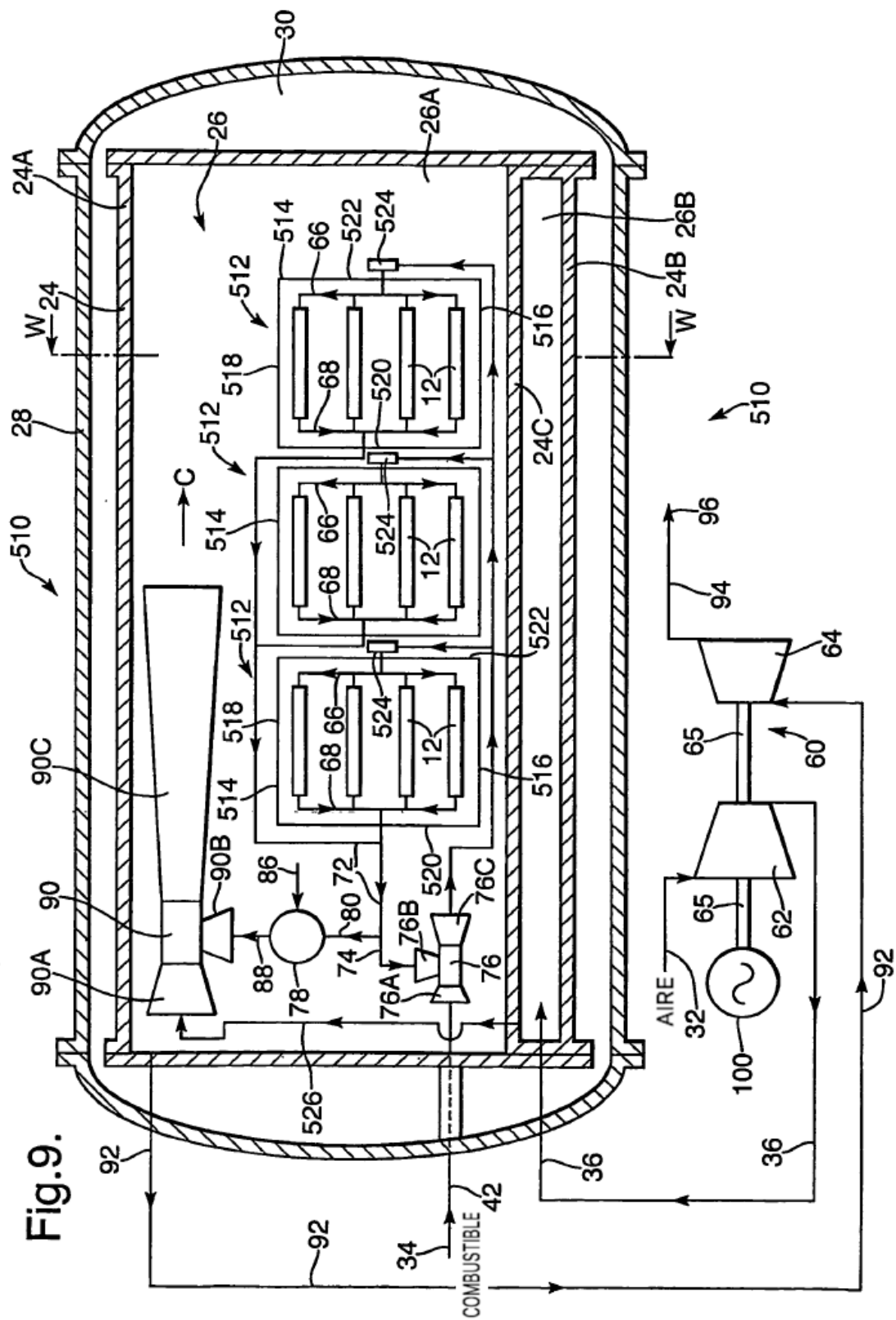


Fig. 9.

Fig.10.

