

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 287**

51 Int. Cl.:

G21D 3/04 (2006.01)

G21D 3/08 (2006.01)

G21C 9/06 (2006.01)

G21C 19/317 (2006.01)

B01D 53/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2010 E 10195009 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2339590**

54 Título: **Procedimientos de control de concentraciones de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear mediante la inyección pasiva de aire**

30 Prioridad:

28.12.2009 US 647819

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

25.01.2016

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC
(100.0%)
3901 Castle Hayne Road
Wilmington, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

**SHU, PAUL Y.;
WHITTAKER, JOHN C.;
GONZAGA, ANGELITO FOZ y
TRAN, LUONG C.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 557 287 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

Procedimientos de control de concentraciones de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear mediante la inyección pasiva de aire

Campo

- 5 Las realizaciones ejemplares de la presente invención se refieren a procedimientos de control de las concentraciones de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Un reactor nuclear (por ejemplo, Reactor de Agua en Ebullición (BWR)) experimenta típicamente una corrosión causada por el oxígeno generado de la radiólisis del agua. Por ejemplo, la tubería de recirculación y los componentes internos del reactor pueden experimentar agrietamiento por corrosión bajo tensión intergranular (IGSCC). Como resultado, un sistema de la química del agua de hidrógeno (HWC) inyecta hidrógeno en el sistema de condensado/agua de alimentación para reducir la cantidad de oxígeno disuelto dentro de la tubería de recirculación y los componentes internos del reactor.

- 15 Sin embargo, la inyección de hidrógeno en el condensado/agua de alimentación puede dar como resultado un aumento en la proporción de hidrógeno a oxígeno normal de 2:1 en el gas de descarga. Dependiendo de la cantidad de hidrógeno añadido y de la tasa de infiltración de aire del condensador, este aumento podría dar como resultado que el gas de descarga a la salida del recombinador se enriquezca en hidrógeno. Para evitar esta situación potencialmente peligrosa, se inyecta oxígeno adicional en el sistema de gas de descarga. Convencionalmente, el oxígeno adicional se suministra haciendo fluir aire comprimido u oxígeno comprimido puro desde una fuente
20 pertinente. La cantidad adecuada de oxígeno adicional se determina a partir de la tasa de inyección de hidrógeno y de la tasa de infiltración de aire y se controla por el sistema de la química del agua de hidrógeno (HWC).

- 25 El documento JP 2001349983A se refiere a un procedimiento para hacer funcionar una planta de potencia nuclear de agua en ebullición. El documento JP 2004069572A se refiere a un dispositivo de ajuste del grado de vacío del condensador para una planta de potencia nuclear de agua en ebullición. El documento JP H06 109 893 divulga el suministro simultáneo de oxígeno desde una fuente de oxígeno y del aire ambiental.

Sumario

Un procedimiento para controlar las concentraciones de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear por inyección del sistema de la química del agua de hidrógeno se proporciona de acuerdo con la reivindicación 1 en la presente memoria.

- 30 También se describe en la presente memoria un procedimiento de inyección pasiva de aire de un sistema de la química del agua de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear. Este procedimiento puede incluir acoplar operativamente una línea de inyección de aire a una línea de gas de descarga existente en el sistema de gas de descarga. La línea de gas de descarga se configura para transportar el gas de descarga que contiene hidrógeno, oxígeno, y otros gases no condensables desde un condensador hasta un recombinador. La línea de
35 inyección de aire se configura para introducir pasivamente aire ambiental en la línea de gas de descarga en un punto corriente arriba del recombinador para producir un flujo combinado. El procedimiento puede incluir también la medición de una concentración de al menos uno de hidrógeno y oxígeno en un flujo de gas de descarga que sale del recombinador.

- 40 El procedimiento proporciona una fuente de reserva de oxígeno y puede incluir, además, generar una señal de inyección, siempre y cuando la concentración de oxígeno medida sea inferior a un valor de oxígeno predeterminado o que la concentración de hidrógeno medida excede un valor de hidrógeno predeterminado. El procedimiento puede incluir además una válvula de apertura automática en respuesta a la señal de inyección para introducir pasivamente aire ambiental como una fuente de oxígeno en la línea de gas de descarga. El aire ambiental se introduce en la línea de gas de descarga mediante un vacío ejercido por el sistema de gas de descarga. El oxígeno y el hidrógeno en el
45 flujo combinado reaccionan en el recombinador para formar vapor de agua.

Breve descripción de los dibujos

- Las diversas características y ventajas de las realizaciones no limitantes en la presente memoria pueden ser más evidentes tras la revisión de la descripción detallada junto con los dibujos adjuntos. Los dibujos adjuntos se proporcionan simplemente para fines ilustrativos y no deben ser interpretados como limitantes del alcance de las
50 reivindicaciones. Los dibujos adjuntos no se deben considerar como dibujados a escala a menos que se indique de forma explícita. Para fines de claridad, las diversas dimensiones de los dibujos pueden haberse exagerado.

La Figura 1 es un esquema de un sistema de la química del agua de hidrógeno que utiliza inyección pasiva de aire como una fuente de reserva de oxígeno de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

La Figura 2 es un esquema de un sistema de la química del agua de hidrógeno que utiliza inyección pasiva de aire como una fuente primaria de oxígeno de acuerdo con un ejemplo ilustrativo, que no es parte de la invención.

La Figura 3 es un diagrama de un módulo de inyección pasiva de aire de acuerdo con un realización ejemplar de la invención.

- 5 La Figura 4 es una disposición de un módulo de inyección pasiva de aire de acuerdo con un realización ejemplar de la invención.

Descripción detallada

10 Se debe entender que cuando un elemento o capa se refiere como "en", "conectado a", "acoplado a", o "cubriendo" otro elemento o capa, el mismo puede estar directamente en, conectado a, acoplado a, o cubriendo el otro elemento o capa o elementos o capas intermedias pueden estar presente. En contraste, cuando un elemento se denomina como "directamente en", "directamente conectado a", o "directamente acoplado a" otro elemento o capa, no hay elementos o capas intermedias presentes. Los números iguales se refieren a elementos similares en toda la memoria descriptiva. Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

15 Se debe entender que, aunque los términos primero, segundo, tercero, etc., se pueden utilizar en la presente memoria para describir diversos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas, y/o secciones no deben estar limitados por estos términos. Estos términos solo se utilizan para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otra región, capa o sección. Por lo tanto, un primer elemento, componente, región, capa o sección descrita más adelante podría denominarse un segundo elemento, componente, región, capa o sección sin apartarse de las enseñanzas de realizaciones ejemplares.

20 Las expresiones espacialmente relativas (por ejemplo, "por debajo", "abajo", "inferior", "arriba", "superior", y similares) se pueden utilizar en la presente memoria para facilitar la descripción para describir una relación del elemento o característica con respecto a otro elemento o elementos o característica o características como se ilustra en las figuras. Se debe entender que las expresiones espacialmente relativas pretenden abarcar diferentes orientaciones del dispositivo durante su uso u operación además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo en las figuras se voltea, los elementos descritos como "abajo" o "por debajo" de otros elementos o características se orientarían entonces "por encima" de los otros elementos o características. Por lo tanto, la expresión "por debajo" puede abarcar tanto una orientación de arriba como abajo. El dispositivo se puede orientar de otra manera (rotado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores espacialmente relativos utilizados en la presente memoria interpretarse en consecuencia.

25 La terminología utilizada en la presente memoria tiene la finalidad de describir diversas realizaciones únicamente y no pretende limitar las realizaciones ejemplares. En la presente memoria, las formas singulares "un", "una" y "el/la" pretenden incluir las formas plurales también, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende" y/o "comprendiendo", cuando se utilizan en la presente memoria, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes, pero no excluyen la presencia o adición de uno o más de otras características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

30 Las realizaciones ejemplares se describen en la presente memoria con referencia a ilustraciones en sección transversal que son ilustraciones esquemáticas de realizaciones idealizadas (y estructuras intermedias) de las realizaciones ejemplares. Como tal, las variaciones de las formas de las ilustraciones como resultado, por ejemplo, de las técnicas de fabricación y/o tolerancias, son de esperar. Las realizaciones ejemplares no deben interpretarse como limitadas a las formas de las regiones ilustradas en la presente memoria, sino que tienen que incluir desviaciones en formas que resultan, por ejemplo, de la fabricación. Por lo tanto, las regiones ilustradas en las figuras son de naturaleza esquemática y sus formas no pretenden ilustrar la forma real de una región de un dispositivo y no pretenden limitar el alcance de realizaciones ejemplares.

35 A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluyendo términos técnicos y científicos) utilizados en la presente memoria tienen el mismo significado que el comúnmente entendido por un experto ordinario en la materia a la que pertenecen las realizaciones ejemplares. Se entenderá además que los términos, incluidos los definidos en los diccionarios de uso común, se deben interpretar como teniendo un significado que es coherente con su significado en el contexto de la técnica pertinente y no interpretarse en un sentido idealizado o demasiado formal a menos que se definan expresamente así en la presente memoria.

40 Las realizaciones ejemplares de la presente invención se refieren a un procedimiento para controlar las concentraciones de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear mediante inyección del sistema de la química del agua de hidrógeno. El procedimiento incluye pasivamente la inyección de aire ambiental a través del sistema de la química del agua de hidrógeno en una línea de gas de descarga existente en el sistema de gas de descarga. La línea de gas de descarga se configura para el transporte de gases que contienen hidrógeno, oxígeno, y otros gases no condensables desde un condensador hasta un recombinador. El recombinador se configura para hacer reaccionar el hidrógeno con el oxígeno para formar vapor de agua.

- El aire ambiental se inyecta pasivamente en la línea de gas de descarga en un punto corriente arriba del recombinador. El aire ambiental se puede filtrar antes de su inyección en la línea de gas de descarga. El aire ambiental se puede inyectar pasivamente mediante la apertura de una válvula automática y habiendo introducido el aire ambiental en la línea de gas de descarga mediante un vacío ejercido por el sistema de gas de descarga. La
- 5 válvula automática puede ser una válvula de aislamiento operada por aire que se controla a través de una válvula de solenoide. Como alternativa, la válvula automática puede ser únicamente una válvula de solenoide. Además, en una realización no limitante, el vacío ejercido por el sistema de gas de descarga se puede generar por eyectores de aire de chorro de vapor (SJAEs).
- El aire ambiental se puede inyectar pasivamente a un flujo deseado en la línea de gas de descarga con un orificio de flujo crítico. Como alternativa, el aire ambiental se puede inyectar pasivamente a un flujo deseado en la línea de gas de descarga con un medidor de flujo y una válvula de control de flujo. De acuerdo con la invención, el aire ambiental se inyecta pasivamente como una fuente de reserva de oxígeno para el sistema de la química del agua de hidrógeno.
- 10 Un procedimiento de inyección pasiva de aire de un sistema de la química del agua de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear de acuerdo con una realización ejemplar no limitativa de la presente invención puede incluir acoplar operativamente una línea de inyección de aire a una línea de gas de descarga existente del sistema de gas de descarga. La línea de gas de descarga se configura para transportar el gas de descarga que contiene hidrógeno, oxígeno, y otros gases no condensables desde un condensador hasta un recombinador. La línea de inyección de aire se configura para introducir pasivamente aire ambiental en la línea de
- 15 gas de descarga en un punto corriente arriba del recombinador para producir un flujo combinado. El procedimiento puede incluir también la medición de una concentración de al menos uno de hidrógeno y oxígeno en un flujo de gas de descarga que sale del recombinador. El procedimiento proporciona una fuente de reserva de oxígeno, y puede incluir, además, generar una señal de inyección, siempre y cuando la concentración de oxígeno medida sea inferior a un valor de oxígeno predeterminado o que la concentración de hidrógeno medida excede un valor de hidrógeno predeterminado. El procedimiento puede incluir además una válvula de apertura automática en respuesta a la señal de inyección para introducir pasivamente aire ambiental como una fuente de oxígeno en la línea de gas de descarga. El aire ambiental se introduce en la línea de gas de descarga mediante un vacío ejercido por el sistema de gas de descarga. El oxígeno y el hidrógeno en el flujo combinado se hacen reaccionar en el recombinador para formar vapor de agua.
- 20 El procedimiento proporciona una fuente de reserva de oxígeno, y puede incluir, además, generar una señal de parada, siempre y cuando la concentración de oxígeno medida excede el valor de oxígeno predeterminado. La válvula se puede cerrar automáticamente en respuesta a la señal de parada. La válvula puede ser una válvula de aislamiento automática. En una realización no limitante, la válvula de aislamiento automática puede ser una válvula operada por aire controlada a través de una válvula de solenoide. Como alternativa, la válvula de aislamiento automática puede ser únicamente una válvula de solenoide. El aire ambiental se puede filtrar antes de su introducción en la línea de gas de descarga. El aire ambiental puede contener también aproximadamente el 21 % de oxígeno. El aire ambiental se puede introducir pasivamente en la línea de gas de descarga a un flujo deseado con un orificio de flujo crítico. El orificio de flujo crítico se puede dimensionar en base a las presiones de aire ambiental y de gas de descarga.
- 25 El control de las concentraciones de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear de acuerdo con las realizaciones ejemplares de la presente invención puede implicar el uso de un módulo de inyección pasiva de aire. El módulo de inyección pasiva de aire utiliza aire ambiental como una fuente de oxígeno para el sistema de la química del agua de hidrógeno (HWC). Como resultado, el aire ambiental proporciona oxígeno al sistema de gas de descarga para recombinarse con el hidrógeno añadido al agua de alimentación en el sistema de la química del agua de hidrógeno. Con el dimensionamiento apropiado de un ajuste de válvula y de un orificio de flujo crítico, el módulo de inyección pasiva de aire es capaz de proporcionar una cantidad deseada de flujo de aire constante en el sistema de gas de descarga.
- 30 Por lo tanto, el módulo de inyección pasiva de aire puede funcionar como una fuente de oxígeno de reserva en un sistema de la química del agua de hidrógeno.
- 35 La Figura 1 es un esquema de un sistema de la química del agua de hidrógeno que utiliza la inyección pasiva de aire como una fuente de reserva de oxígeno de acuerdo con una realización ejemplar de la invención. Haciendo referencia a la Figura 1, el vapor del recipiente 100 del reactor se suministra a la turbina/condensador 102, donde se utiliza el vapor para accionar la turbina para generar electricidad. Después de pasar a través de la turbina, el vapor se condensa en el condensador. El condensado se devuelve como agua de alimentación al recipiente 100 del reactor,
- 40 mientras que los gases no condensables se transportan a través de una línea de gas de descarga hasta el recombinador 104. Un reactor nuclear experimenta típicamente una corrosión causada por el oxígeno generado por la radiólisis del agua. Para reducir la cantidad de oxígeno disuelto dentro de la tubería de recirculación, los componentes internos del reactor, y el vapor principal, una unidad 106 de inyección de hidrógeno se utiliza para inyectar hidrógeno en el condensado/agua de alimentación. Sin embargo, la inyección de hidrógeno en el condensado/agua de alimentación puede producir gas de descarga rico en hidrógeno que sale del recombinador
- 45 104. Para evitar esta situación potencialmente peligrosa, una unidad 108 de inyección de oxígeno se utiliza para

inyectar oxígeno en la línea de gas de descarga. Los suministros 110 de gas proporcionan el hidrógeno y el oxígeno a la unidad 106 de inyección de oxígeno y a la unidad 108 de inyección de hidrógeno, respectivamente. Además, un módulo 114 de inyección pasiva de aire se acopla operativamente a la línea de gas de descarga a través de una línea de inyección de aire. El módulo 114 de inyección pasiva de aire sirve como una fuente de reserva de oxígeno en el caso de que la unidad 108 de inyección de oxígeno o el suministro 110 de gas fallen o, que de otro modo, se produzca un mal funcionamiento.

La concentración de hidrógeno y/o concentración de oxígeno del flujo de gas de descarga que sale del recombinador 104 se mide con un monitor 112. Un control 116 principal se conecta al monitor 112 así como a la unidad 106 de inyección de hidrógeno, a la unidad 108 de inyección de oxígeno, al suministro 110 de gas, y al módulo 114 de inyección pasiva de aire. En varias ocasiones, la concentración de oxígeno pueden caer por debajo de un valor de oxígeno predeterminado o la concentración de hidrógeno puede elevarse por encima de un valor de hidrógeno predeterminado. Tales cambios en la concentración de oxígeno y/o hidrógeno se pueden provocar por el mal funcionamiento de una o más unidades (por ejemplo, la unidad 108 de inyección de oxígeno). En consecuencia, una señal de inyección se genera siempre que la concentración de oxígeno medida es inferior a un valor de oxígeno predeterminado y/o cuando la concentración de hidrógeno medida excede un valor de hidrógeno predeterminado o cuando se produce un mal funcionamiento. Una válvula del módulo 114 de inyección pasiva de aire se puede abrir automáticamente en respuesta a la señal de inyección para introducir pasivamente aire ambiental como una fuente de oxígeno en la línea de gas de descarga. El aire ambiental se introduce en la línea de gas de descarga mediante un vacío ejercido por el sistema de gas de descarga para formar un flujo combinado con los gases no condensables. El oxígeno y el hidrógeno en el flujo combinado reaccionan en el recombinador 104 para formar vapor de agua.

La Figura 2 es un ejemplo ilustrativo de un sistema de la química del agua de hidrógeno que utiliza la inyección pasiva de aire como fuente primaria de oxígeno.

El recipiente 200 del reactor, la turbina/condensador 202, el recombinador 204, la unidad 206 de inyección de hidrógeno, el suministro 210 de gas, el monitor 212, el módulo 214 de inyección pasiva de aire y el control 216 principal de la Figura 2 corresponden al recipiente 100 del reactor, a la turbina/condensador 102, al recombinador 104, a la unidad 106 de inyección de hidrógeno, al suministro 110 de gas, al monitor 112, al módulo 114 de inyección pasiva de aire y al control 116 principal de la Figura 1. Por lo tanto, la descripción de las partes correspondientes a aquellas ya descritas no se duplicará a continuación a efectos de brevedad. La Figura 2 difiere principalmente de la Figura 1 en que el módulo 214 de inyección pasiva de aire se utiliza como una fuente primaria de oxígeno. Por lo tanto, una unidad correspondiente a la unidad 108 de inyección de oxígeno de la Figura 1 no se encuentra en la Figura 2. Debido a que el módulo 214 de inyección pasiva de aire se está utilizando como una fuente primaria de oxígeno, el módulo 214 de inyección pasiva de aire se puede configurar para proporcionar un flujo de aire pasivo constante en la línea de gas de descarga para controlar las concentraciones de hidrógeno en el sistema de gas de descarga, que, sin embargo, no forma parte de la presente invención.

La Figura 3 es un diagrama de un módulo de inyección pasiva de aire de acuerdo con un realización ejemplar de la invención. Haciendo referencia a la Figura 3, el módulo 300 de inyección pasiva de aire se configura para dirigir el aire ambiental a través de válvulas redundantes hasta la línea de inyección que conduce al sistema de gas de descarga. El punto de inyección del aire ambiental es corriente arriba del recombinador. El módulo 300 de inyección pasiva de aire incluye, por ejemplo, uno o más filtros 301 de aire, la válvula 302 de aislamiento automática (AOV), el interruptor 303 de posición de válvula, la válvula 304 de solenoide (SOV), la válvula 305 de aislamiento manual, el transmisor 306 de presión, el orificio 307 de flujo crítico (CFO), el indicador 308 de presión local, las tuberías, y el panel 310 de control. El transmisor 306 de presión y el interruptor 303 de posición de válvula envían señales al panel 310 de control.

Uno o más filtros 301 de aire (por ejemplo, 2 - uno para cada suministro de aire redundante como se muestra en la Figura 4 como 401) filtran el aire ambiental para cumplir los requisitos de limpieza de la planta de gas de descarga. La válvula 302 de aislamiento automática se abre cuando sea necesario para inyectar aire en el gas de descarga. La válvula 302 de aislamiento automática se puede operar remotamente, cargarse con aire para cerrarse, y/o comprimirse para abrirse. Los interruptores 303 de posición de válvula se pueden montar en cada conjunto de válvula para indicar una posición de válvula abierta o cerrada. La posición de la válvula se puede indicar en el panel 310 de control. La válvula 302 de aislamiento automática se puede controlar de forma automática a través de la válvula 304 de solenoide al apagar, reiniciar, e iniciar la lógica. Como alternativa, la válvula 302 de aislamiento automática se puede operar manualmente desde el panel 310 de control.

Una válvula 305 de aislamiento manual se puede proporcionar por el módulo 300 de inyección pasiva de aire para el aislamiento y mantenimiento. El transmisor 306 de presión puede proporcionar una señal al panel 310 de control para indicar la presión de la línea de aire. El transmisor 306 de presión está normalmente expuesto al vacío del condensador a través del orificio 307 de flujo crítico. Un aumento de la presión en el transmisor 306 de presión puede indicar que al menos una válvula 302 de aislamiento automática se ha abierto y que el flujo se ha impulsado.

El orificio 307 de flujo crítico se puede dimensionar en base a la presión ambiente, los componentes en línea, y la presión en el punto de inyección de gas de descarga para establecer el flujo de aire deseado para la inyección de aire. Un medidor 308 de presión local puede funcionar también, alternativamente, como un indicador de presión para

la información del flujo de aire en caso de que el transmisor 306 de presión no esté operable.

Interruptores de control de válvula remotos en el panel 310 de control se pueden utilizar para seleccionar un ajuste cerrado o permisivo abierto (automático) para la operación de las válvulas 302 de aislamiento automáticas. La posición cerrada mantiene la válvula 304 de solenoide energizada y la válvula 302 de aislamiento automática cerrada. En la posición automática, la válvula 302 de aislamiento automática permanecerá cerrada hasta que la lógica envíe una señal para abrir la válvula 302 de aislamiento automática. Cuando el módulo 300 de inyección pasiva de aire incluye una pluralidad de válvulas 302 remotas y sus interruptores de control en el panel 310 de control, al menos uno de los interruptores de control de la válvula debe estar en AUTO para que el sistema se inicie. En el módulo 300 de inyección pasiva de aire que se utiliza como una fuente de reserva de oxígeno, una alarma de advertencia se acciona si todos los interruptores de control de válvula se colocan en CERRAR cuando el sistema está encendido.

Como una fuente de oxígeno de reserva, el módulo 300 de inyección pasiva de aire pretende sustituir la inyección de oxígeno si la unidad de inyección de oxígeno dejar de inyectar adecuadamente oxígeno durante la inyección de hidrógeno. El flujo de aire pasivo desde el módulo 300 se diseña para evitar tanto una alta concentración de hidrógeno en el gas de descarga como una alta concentración de oxígeno en el gas de descarga corriente abajo del recombinador. Aunque diversas situaciones no limitantes se han descrito anteriormente, se debe entender que el flujo de aire pasivo desde el módulo 300 se puede diseñar para accionarse automáticamente en función de diversas condiciones específicas de las plantas.

La Figura 4 es una disposición de un módulo de inyección pasiva de aire de acuerdo con un realización ejemplar de la invención. El filtro 401 de aire, la válvula 402 de aislamiento automática (AOV), el interruptor 403 de posición de válvula, la válvula 404 de solenoide (SOV), la válvula 405 de aislamiento manual, el transmisor 406 de presión, el orificio 407 de flujo crítico (CFO), y el manómetro 408 de la Figura 4 corresponden al filtro 301 de aire, a la válvula 302 de aislamiento automática (AOV), al interruptor 303 de posición de válvula, a la válvula 304 de solenoide (SOV), a la válvula 305 de aislamiento manual, al transmisor 306 de presión, al orificio 307 de flujo crítico (CFO), y al manómetro 308 de la Figura 3. Por lo tanto, la descripción de las partes correspondientes a aquellas ya descritas no se duplicará a continuación a efectos de brevedad.

De acuerdo con las realizaciones ejemplares no limitantes de la presente invención, el control de las concentraciones de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear mediante la inyección pasiva de aire da como resultado un menor número de componentes y de requisitos de mantenimiento que si se elige un sistema de aire comprimido convencional o un suministro de oxígeno comprimido como una fuente de oxígeno. Debido a los pocos componentes y al mantenimiento reducido, se pueden lograr mejoras en cuanto a su fiabilidad y disponibilidad. Además, mediante el uso de una inyección pasiva de aire, la necesidad de un único/particular sistema de suministro de aire o suministro de oxígeno para un sistema de la química del agua de hidrógeno (si se utiliza) se elimina, evitando así la interfaz del sistema de la planta innecesaria. Un módulo de inyección de aire de acuerdo con una realización no limitante de la invención implica poco o ningún consumo de energía, puesto que es un sistema pasivo, aprovechando el vacío existente del condensador principal para la fuerza motriz. El módulo de inyección pasiva de aire se puede utilizar como un suministro de aire primario o como un suministro de aire de reserva en caso de que una fuente de oxígeno existente se vuelva inoperable.

Aunque en la presente memoria se han descrito un número de realizaciones ejemplares, se debe entender que otras variaciones pueden ser posibles. Tales variaciones no deben considerarse como una desviación del alcance de la presente invención, que se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para controlar las concentraciones de hidrógeno en un sistema de gas de descarga de un reactor nuclear mediante la inyección del sistema de la química del agua de hidrógeno, comprendiendo el procedimiento:
- 5 inyectar pasivamente aire ambiental a través del sistema de la química del agua de hidrógeno en una línea de gas de descarga existente en el sistema de gas de descarga, en el que el aire ambiental se inyecta pasivamente introduciendo aire ambiental en la línea de gas de descarga mediante un vacío ejercido por el sistema de gas de descarga, estando configurada la línea de gas de descarga para el transporte de gases que contienen hidrógeno, oxígeno, y otros gases no condensables desde un condensador (102) hasta un recombinador (104), estando
- 10 configurado el recombinador (104) para hacer reaccionar el hidrógeno con el oxígeno para formar vapor de agua; inyectar oxígeno en la línea de gas de descarga mediante una unidad (108) de inyección de oxígeno;
- en el que la inyección pasiva de aire ambiental sirve como una fuente de oxígeno de reserva en caso de que la unidad (108) de inyección de oxígeno funcione mal.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el aire ambiental se inyecta pasivamente en la línea de gas de
- 15 descarga en un punto corriente arriba del recombinador (104).
3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que el aire ambiental se inyecta pasivamente mediante la apertura de una válvula automática y que tiene el aire ambiental introducido en la línea de gas de descarga mediante el vacío ejercido por el sistema de gas de descarga.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la válvula automática es una válvula (302) de aislamiento
- 20 operada por aire controlada a través de una válvula (304) de solenoide.
5. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la válvula automática es una válvula (304) de solenoide.
6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aire ambiental se inyecta pasivamente según un flujo deseado en la línea de gas de descarga con un orificio (307) de flujo crítico.
7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aire ambiental se inyecta
- 25 pasivamente a un flujo deseado en la línea de gas de descarga con un medidor de flujo y válvula de control de flujo.
8. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
- filtrar el aire ambiental antes de su inyección en la línea de gas de descarga.

FIG. 1

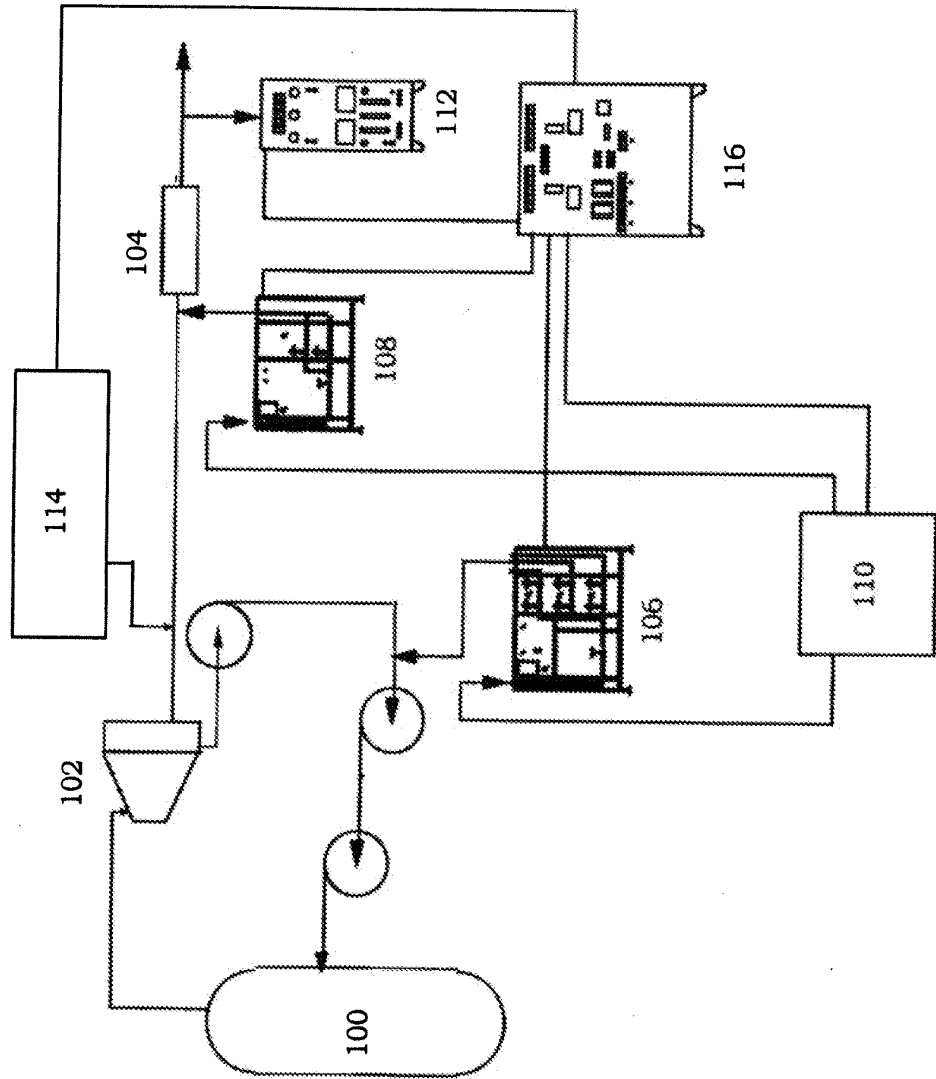


FIG. 2

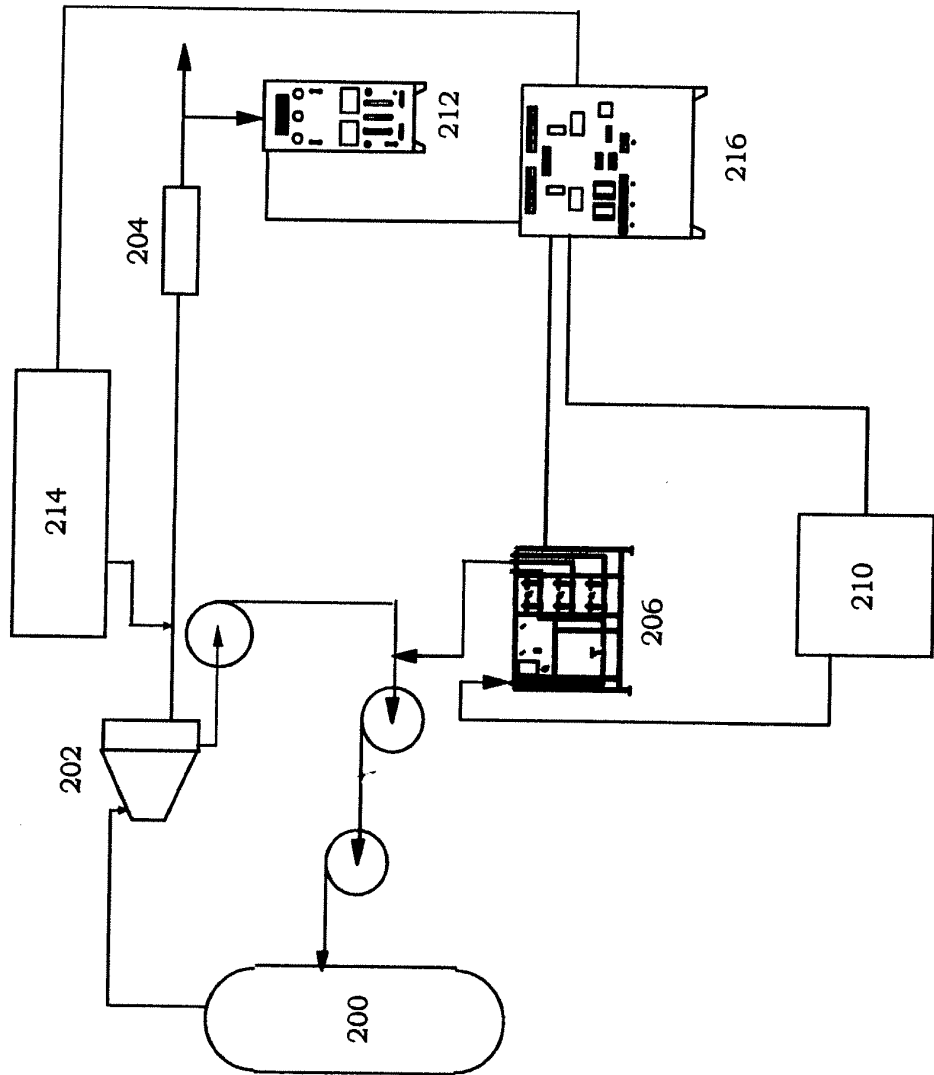


FIG. 3

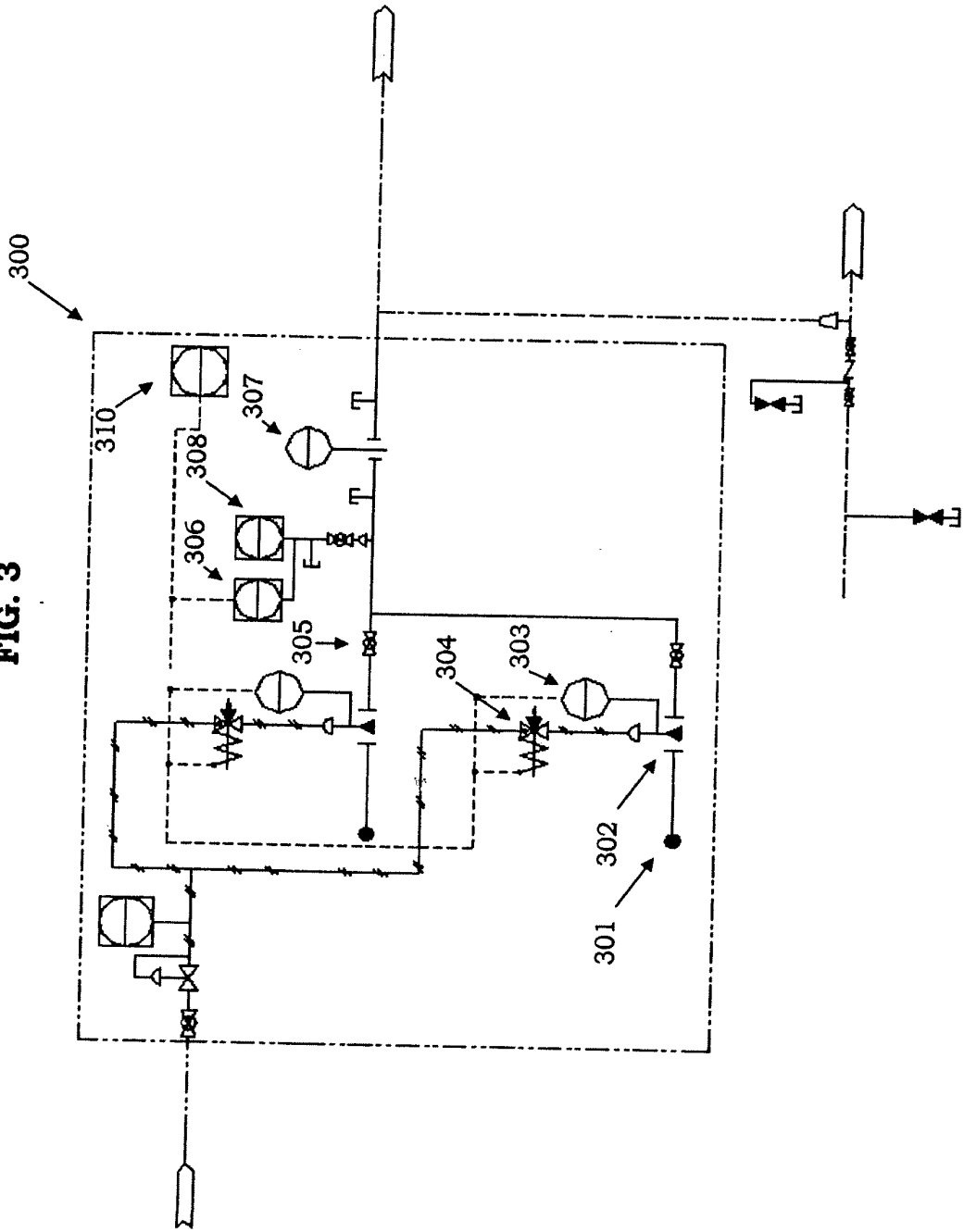


FIG. 4

