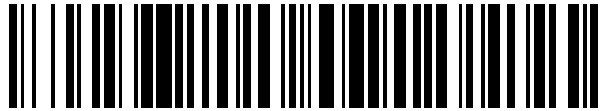


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 801**

51 Int. Cl.:

**G21C 15/25** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2010** **E 10167571 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015** **EP 2287857**

54 Título: **Sistema para amortiguar vibraciones**

30 Prioridad:

**30.06.2009 US 494395**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.01.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ELLISON, PHILLIP G. y  
BASS, JOHN R.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 556 801 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

Sistema para amortiguar vibraciones

### **Antecedentes de la invención**

5 La presente invención se refiere, en general, a las tuberías usadas en diversas industrias para mover un fluido; y más específicamente a un sistema para mitigar las vibraciones inducidas por flujo (FIV) asociadas con el transporte y/o la circulación de un fluido de refrigeración en los sistemas de generación de calor, tales como los reactores nucleares y los sistemas de generación hidroeléctrica.

10 Conductos estructurales, tales como, pero no limitados a, tuberías, tubos, y cilindros se usan comúnmente para transportar una variedad de fluidos. Por lo general, los conductos están sumergidos en los mismos fluidos que está transportando el conducto. Por ejemplo, pero no limitado a, los componentes tubulares de un conjunto de bomba de chorro que están alojados dentro de una vasija de presión de reactor nuclear (RPV) y que residen en el fluido que la bomba de chorro transporta. En el presente documento, el conjunto de bomba de chorro transporta el agua de refrigeración al núcleo del reactor, mientras que el conjunto de bomba de chorro está sumergido en el mismo fluido de refrigeración.

15 Los conductos que comprenden tales sistemas sumergidos están soportados normalmente dentro de las estructuras circundantes (por ejemplo, el RPV) de un aparato de contención. Las estructuras circundantes pueden estar formadas de un material diferente que el material del conducto. Por ejemplo, pero no limitado a, el RPV puede estar formado de acero al carbono; y el conjunto de bomba de chorro puede estar formado de acero inoxidable. Estos materiales diferentes tienden a tener diferentes coeficientes térmicos de expansión. Con el fin de adaptarse a las  
20 diferentes cantidades de expansión térmica asociada con el funcionamiento del RPV, se instalan unas juntas de dilatación a lo largo de los conductos para minimizar el estrés térmico dentro de los conductos.

25 La experiencia ha demostrado que, si existe un gradiente de presión suficiente a través de las interfaces de junta de dilatación, los componentes tubulares de conexión pueden incurrir en unas FIV perjudiciales. Esto puede conducir a un fallo posiblemente resultante de un desgaste y/o una fatiga excesiva del material de conducto o del aparato de soporte/contención. Estos fallos pueden producirse en los conjuntos de bomba de chorro usados en los RPV.

30 La junta de dilatación tiene normalmente una holgura de funcionamiento que adapta el movimiento de expansión térmica axial relativo entre los componentes del conjunto de bomba de chorro. Esta holgura permite un flujo de fuga de la presión de impulsión dentro del conjunto de bomba de chorro. El flujo de fuga excesivo, sin embargo, puede provocar un movimiento oscilatorio en la junta de dilatación, que puede ser una fuente de FIV experimentadas por el conjunto de bomba de chorro. Algunos sistemas y procedimientos conocidos para mitigar estas FIV pueden ser insuficientes en producir una reducción a largo plazo y eficaz de la vibración. Además, los sistemas y procedimientos pueden imponer una fuerza lateral sobre la junta de dilatación. Esta fuerza lateral puede evitar el movimiento axial en la junta de dilatación, y no permitir de manera correcta la expansión térmica adecuada en la junta de dilatación.

35 Basándose en la exposición anterior, puede haber un deseo de un sistema para reducir las FIV experimentadas por un conducto sumergido dentro del fluido que el conducto transporta. El sistema debería proporcionar una manera simplificada para evitar y/o mitigar las FIV. El documento US 6.438.192 B1 se refiere a un sellado de junta de dilatación de bomba de chorro que tiene unas características que, en general, se corresponden con el preámbulo de la reivindicación 1 en el presente documento.

### **Breve descripción de la invención**

40 La presente invención proporciona un sistema para mitigar las vibraciones inducidas por flujo (FIV) experimentadas por un sistema de conductos parcialmente sumergido dentro de un fluido que el sistema de conductos transporta, estando el sistema de acuerdo con la reivindicación 1 en el presente documento.

### **Breve descripción de los dibujos**

45 La figura 1 es una vista esquemática que ilustra un reactor de agua en ebullición parcialmente en sección transversal.

La figura 2 es una vista esquemática, que ilustra un corte del conjunto de bomba de chorro del reactor de agua en ebullición de la figura 1.

La figura 3 es una vista esquemática, que ilustra una vista ampliada, en sección transversal, de la posición relativa del mezclador de entrada y del difusor dentro de la junta de dilatación de la figura 2.

50 Las figuras 4A y 4B, de manera común la figura 4, son vistas esquemáticas de un mezclador de entrada integrado con un collar de difusor, de acuerdo con una realización de la presente invención.

### **Descripción detallada de la invención**

Puede usarse cierta terminología en el presente documento solo por conveniencia y no debe tomarse como una limitación de la invención. Por ejemplo, palabras como, "superior", "inferior", "izquierda", "delante", "derecha",

"horizontal", "vertical", "corriente arriba", "corriente abajo", "proa", y "popa" simplemente describen la configuración mostrada en las figuras. De hecho, los componentes pueden orientarse en cualquier dirección y la terminología, por lo tanto, debería entenderse como que abarca dichas variaciones a menos que se especifique lo contrario.

5 Como se usa en la presente memoria, un elemento o etapa mencionada en singular y precedida por "un" o "una" debería entenderse como que no excluye los elementos o etapas plurales, a menos que dicha exclusión se mencione de manera explícita. Además, las referencias a "una realización" de la presente invención no pretenden excluir otras realizaciones adicionales que incorporen las características mencionadas.

10 La siguiente exposición se centra en una realización de la presente invención integrada con los conjuntos de bomba de chorro del RPV. Otras realizaciones de la presente invención pueden integrarse con otros sistemas que requieren una amortiguación de y/o un cambio de frecuencia en las FIV.

15 A continuación, se hace referencia a las figuras, en las que los diversos números representan partes similares en todas las diversas vistas. Un ejemplo no limitante de un reactor nuclear, un reactor de agua en ebullición convencional (BWR), se muestra en la figura 1. La figura 1 es una vista esquemática que ilustra un reactor de agua en ebullición parcialmente en sección transversal. Un BWR típico incluye: un RPV 10; una cubierta 30 de núcleo que está dispuesta dentro del RPV 10 y que rodea una placa 22 de núcleo; y un núcleo 35 de combustible nuclear. En general, el RPV 10 tiene una forma cilíndrica y está cerrado en un extremo por un cabezal inferior y en un extremo opuesto por un cabezal superior desmontable. La cubierta 30 de núcleo es un cilindro que rodea el núcleo 35 de combustible nuclear, que incluye una pluralidad de conjuntos 40 de haces de combustible dispuestos dentro de la cubierta 30 de núcleo. Una guía 45 superior puede estar espaciada por encima de una placa 50 de núcleo y soportar cada uno de los conjuntos 40 de haces de combustible.

20 Una región anular entre la cubierta 30 de núcleo y del RPV 10 se considera el anillo 25 de tubo descendente. El agua refrigerante fluye a través del anillo 25 de tubo descendente y dentro de la cámara 55 inferior de núcleo. El agua de alimentación entra en el RPV 10 a través de una entrada 15 de agua de alimentación y se distribuye de manera circunferencial dentro del RPV 10 mediante un rociador 20 de agua de alimentación, que es adyacente a una línea 105 de rociado de núcleo. A continuación, el agua en la cámara 55 inferior de núcleo fluye hacia arriba a través del núcleo 35 de combustible nuclear. En particular, el agua entra en los conjuntos 40 de haces de combustible, en los que se establece una capa límite de ebullición. Una mezcla de agua y vapor sale del núcleo 35 de combustible nuclear y entra en la cámara 60 superior de núcleo debajo del cabezal 65 de cubierta. A continuación, la mezcla de vapor-agua fluye a través de una tubería 70 de almacenamiento en la parte superior del cabezal 65 de cubierta y entra en los separadores 75 de vapor, que separan el agua del vapor. El agua separada se recircula al anillo 25 de tubo descendente y el vapor sale del RPV 10 a través de una boquilla 110 para su uso en la generación de electricidad y/o en otro procedimiento.

25 Como se ilustra en la figura 1, un conjunto 85 de bomba de chorro convencional comprende un par de mezcladores 95 de entrada. Cada mezclador 95 de entrada tiene un tubo acodado soldado al mismo, que recibe el agua de accionamiento presurizado procedente de una bomba de recirculación (no ilustrada) a través de un elevador 100 de entrada. Algunos mezcladores 95 de entrada comprenden un conjunto de cinco boquillas distribuidas de manera circunferencial en ángulos iguales alrededor de un eje del mezclador 95 de entrada. En el presente documento, cada boquilla está ahusada de manera radial y hacia el interior en la salida de la boquilla. Esta boquilla convergente activa el conjunto 85 de bomba de chorro. Una abertura de entrada secundaria (no ilustrada) está localizada de manera radial fuera de la salida de la boquilla. Por lo tanto, cuando los chorros de agua salen de las boquillas, el agua procedente del anillo 25 de tubo descendente se introduce en el mezclador 95 de entrada a través de la abertura de entrada secundaria, en la que produce se la mezcla con el agua procedente de la bomba de recirculación.

30 El RPV 10 también incluye un sistema de recirculación de refrigerante, que proporciona el flujo de convección forzado a través del núcleo 35 de combustible nuclear necesario para alcanzar la densidad de potencia necesaria. Una parte del agua se extrae del extremo inferior del anillo 25 de tubo descendente a través de una salida 80 de agua de recirculación y se fuerza por la bomba de recirculación en una pluralidad de conjuntos 85 de bomba de chorro a través de las entradas 90 de agua de recirculación. Los conjuntos 85 de bomba de chorro se distribuyen normalmente de manera circunferencial alrededor de la cubierta 30 de núcleo y proporcionan el flujo de núcleo de reactor necesario. Un RPV 10 típico tiene entre doce y veinticuatro mezcladores 95 de entrada.

35 La figura 2 es una vista esquemática, que ilustra un corte del conjunto 85 de bomba de chorro del RPV 10 de la figura 1. Normalmente, cada conjunto 85 de bomba de chorro incluye al menos lo siguiente: una pieza 120 de transición, un tubo 130 elevador que se extiende hacia abajo desde la pieza 120 de transición hasta un tubo 135 acodado elevador. El tubo 135 acodado elevador conecta el tubo 130 elevador a una entrada 90 de recirculación a lo largo de una pared del RPV 10. Un conjunto 155 de transición conecta el elevador 100 de entrada con los mezcladores 95 de entrada.

40 Un par de mezcladores 95 de entrada se extienden hacia abajo desde la pieza 120 de transición hasta un par de difusores 115 montados sobre unos agujeros en una plataforma 125 de bomba. La plataforma 125 de bomba se conecta a una parte inferior de la cubierta 30 de núcleo con el RPV 10. El tubo 130 elevador es normalmente tubular y está orientado de manera vertical dentro del anillo 25 de tubo descendente, en una relación paralela a la pared de

- la cubierta 30 de núcleo. El tubo 135 acodado elevador es normalmente tubular y se dobla hacia afuera, hacia la entrada 90 de recirculación. La pieza 120 de transición se extiende en direcciones laterales opuestas en la parte superior del tubo 130 elevador para conectar con los mezcladores 95 de entrada en los lados opuestos del tubo 130 elevador. Los mezcladores 95 de entrada están orientados de manera vertical en el anillo 25 de tubo descendente en una relación paralela al tubo 130 elevador. Unos soportes 140 de contención, localizados entre los mezcladores 95 de entrada y el tubo 130 elevador, proporcionan un soporte lateral a los mezcladores 95 de entrada. Una abrazadera 145 elevadora puede soportar y estabilizar el elevador 100 de entrada en la región del anillo 25 de tubo descendente. La abrazadera 145 elevadora puede integrar también el elevador 100 de entrada con una pared 149 de unión del RPV 10.
- 5 Los difusores 115 pueden estar acoplados al mezclador 95 de entrada mediante una junta 160 de dilatación. Esta configuración puede facilitar el desmontaje y la reparación del conjunto 85 de bomba de chorro. Como se ha descrito, la junta 160 de dilatación puede tener una holgura 175 de funcionamiento, que se adapta a la expansión térmica axial relativa entre las partes superior e inferior del conjunto 85 de bomba de chorro y puede permitir el flujo de fuga de la presión de impulsión dentro del conjunto 85 de bomba de chorro.
- 10 La figura 3 es una vista esquemática, que ilustra una vista ampliada, en sección transversal, de la posición relativa del mezclador 95 de entrada y del difusor 115 dentro de la junta 160 de dilatación de la figura 2. La figura 3 ilustra que el mezclador 95 de entrada puede ser, en general, cilíndrico y tener una superficie 165 de pared exterior. El mezclador 95 de entrada tiene un extremo 185 abierto, que se recibe en un extremo 190 abierto del difusor 115, que puede tener una forma cilíndrica. El difusor 115 puede tener una superficie 170 de pared interior localizada adyacente a la superficie 165 de pared exterior del mezclador 95 de entrada. Una holgura 175 de funcionamiento existe normalmente en una interfaz 180 entre la superficie 165 de pared exterior del mezclador 95 de entrada y la superficie 170 de pared interior del difusor 115. Cuando el fluido se bombea a través del mezclador 95 de entrada en el difusor 115, en la dirección de la flecha 195, se produce una fuga de parte del fluido a través de la holgura 175 en la junta 160 de dilatación, como se muestra por la flecha 200.
- 15 El flujo de fuga en la junta 160 de dilatación de la interfaz 180 puede llegar a ser inestable y no uniforme debido al movimiento lateral relativo entre las dos piezas de acoplamiento, el mezclador 95 de entrada y el difusor 115. El flujo de fuga puede ser la fuente de una excitación de FIV en el conjunto 85 de bomba de chorro. Pueden ser posibles unos niveles indeseables de FIV en algunos diseños de bombas de chorro en algunas condiciones de funcionamiento anormales que tienen unas tasas de flujo de fuga de junta de dilatación inestable aumentadas.
- 20 La figuras 4A y 4B, de manera común la figura 4, son vistas esquemáticas de un mezclador 95 de entrada integrado con un collar 225 de difusor, de acuerdo con una realización de la presente invención. El cambio de las características de flujo de fuga del flujo inestable para afianzar el flujo axial a través de la junta 160 de dilatación puede evitar los movimientos oscilatorios de las juntas 160 de dilatación y puede mitigar las FIV. La adición de un componente de limitación de flujo en el lado de salida de la junta 160 de dilatación, indicado por la flecha 200 de dirección, puede cambiar las características de flujo de fuga.
- 25 El objetivo de una realización de la presente invención es proporcionar un componente de chorro eficaz y simple para mitigar las FIV. Una realización de la presente invención proporciona un componente de limitación de flujo en el lado de salida de la junta 160 de dilatación. Esto puede servir para aumentar la caída de presión a través de la junta 160 de dilatación. Este componente puede tomar la forma de un collar 225 de difusor.
- 30 El collar 225 de difusor reduce la fuga asociada con la junta 160 de dilatación. Como se ha expuesto, la reducción de esta fuga puede mitigar las FIV experimentadas por el mezclador 95 de entrada. El collar 225 de difusor puede lograr esto limitando el flujo de fluido que sale de la junta 160 de dilatación.
- 35 El collar 225 de difusor se localiza adyacente a la junta 160 de dilatación.
- Por ejemplo, pero no limitado a, el collar 225 de difusor puede estar localizado corriente abajo de la junta 160 de dilatación. En el presente documento, el collar 225 de difusor se extiende parcialmente sobre una superficie exterior del difusor 115.
- El collar 225 de difusor tiene una forma de U o una forma parabólica.
- El collar 225 de difusor puede estar unido al difusor 115.
- 50 Procedimientos de unión tales como, pero no limitados a, formas de soldadura, o similares, pueden usarse para fijar el collar 225 de difusor al difusor 115. Otras realizaciones de la presente invención pueden unir el collar 225 de difusor a otros componentes del mezclador 95 de entrada o de la bomba de chorro de montaje 85.
- El collar 225 de difusor puede comprender al menos una ranura 230. La ranura 230 puede servir para permitir que una barra de guía (no ilustrada) del difusor 115 se extienda parcialmente a través del collar 225 de difusor. El collar 225 de difusor puede comprender una pluralidad de ranuras 230, como se ilustra en la figura 4B.
- 55 Los componentes de una realización de la presente invención pueden formarse de cualquier material capaz de

soportar el entorno de funcionamiento al que puede estar expuesto el collar 225 de difusor.

5 Durante el funcionamiento, el collar 225 de difusor puede fijarse de una manera que rodee parcialmente o casi por completo una parte corriente abajo del difusor 115. A medida que el RPV 10 funciona, el collar 225 de difusor puede restringir el flujo corriente abajo del fluido que sale de la junta 160 de dilatación. Esto puede aumentar la caída de presión a través de la junta 160 de dilatación, que también puede reducir la experiencia de FIV mediante el mezclador 95 de entrada. Por ejemplo, pero no limitado a, una realización de la presente invención puede aumentar la presión en un intervalo de aproximadamente 2 a alrededor de 4 veces una caída de presión anterior.

10 Aunque la presente invención se ha mostrado y descrito en considerable detalle con respecto a solamente unas pocas realizaciones a modo de ejemplo de la misma, debería entenderse por los expertos en la materia que no se pretende limitar la invención a las realizaciones, ya que pueden realizarse diversas modificaciones y adiciones a las realizaciones descritas sin alejarse materialmente de las nuevas enseñanzas y ventajas de la invención, específicamente a la luz de las enseñanzas anteriores.

Por consiguiente, se pretende cubrir todas las modificaciones y adiciones que puedan incluirse dentro del ámbito de la invención como se define por las siguientes reivindicaciones.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema para mitigar las vibraciones inducidas por flujo (FIV) experimentadas por un sistema de conductos parcialmente sumergido dentro de un fluido que transporta el sistema de conductos, comprendiendo el sistema:
- 5 a) una junta (160) de dilatación, un mezclador (95) de entrada de una bomba de chorro y un difusor (115) de una bomba de chorro, en el que la junta (160) de dilatación acopla el mezclador (95) de entrada y el difusor (115), en el que existe una holgura (175) en una interfaz (180) entre una superficie (165) de pared exterior del mezclador (95) de entrada y una superficie (170) de pared interior del difusor (115);
- 10 b) un collar (225), adaptándose el collar (225) para reducir las fugas a través de la holgura (175) en la junta (160) de dilatación, en el que el collar (225) limita un flujo de fluido que sale de la junta (160) de dilatación, y en el que el collar (225) está localizado adyacente a la junta (160) de dilatación, en un lado de salida de la junta (160) de dilatación y rodea parcial o completamente una superficie exterior del difusor (115);
- caracterizado porque:**  
el collar (225) se extiende parcialmente sobre la superficie exterior del difusor (115) y tiene una sección transversal en forma de U o en forma parabólica.
- 15 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el collar (225) está unido a la superficie exterior del mezclador (95) de entrada.
3. El sistema de la reivindicación 2, en el que el collar (225) comprende una ranura (230) que permite que una barra de guía del difusor (115) se extienda parcialmente a través de la misma.
- 20 4. Una vasija (10) de presión de reactor nuclear que comprende una bomba de chorro en el interior, en el que dicha bomba de chorro comprende un sistema para mitigar las vibraciones inducidas por flujo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
5. Un reactor de agua en ebullición que comprende una vasija (10) de presión de reactor nuclear de acuerdo con la reivindicación 4.

FIG. 1

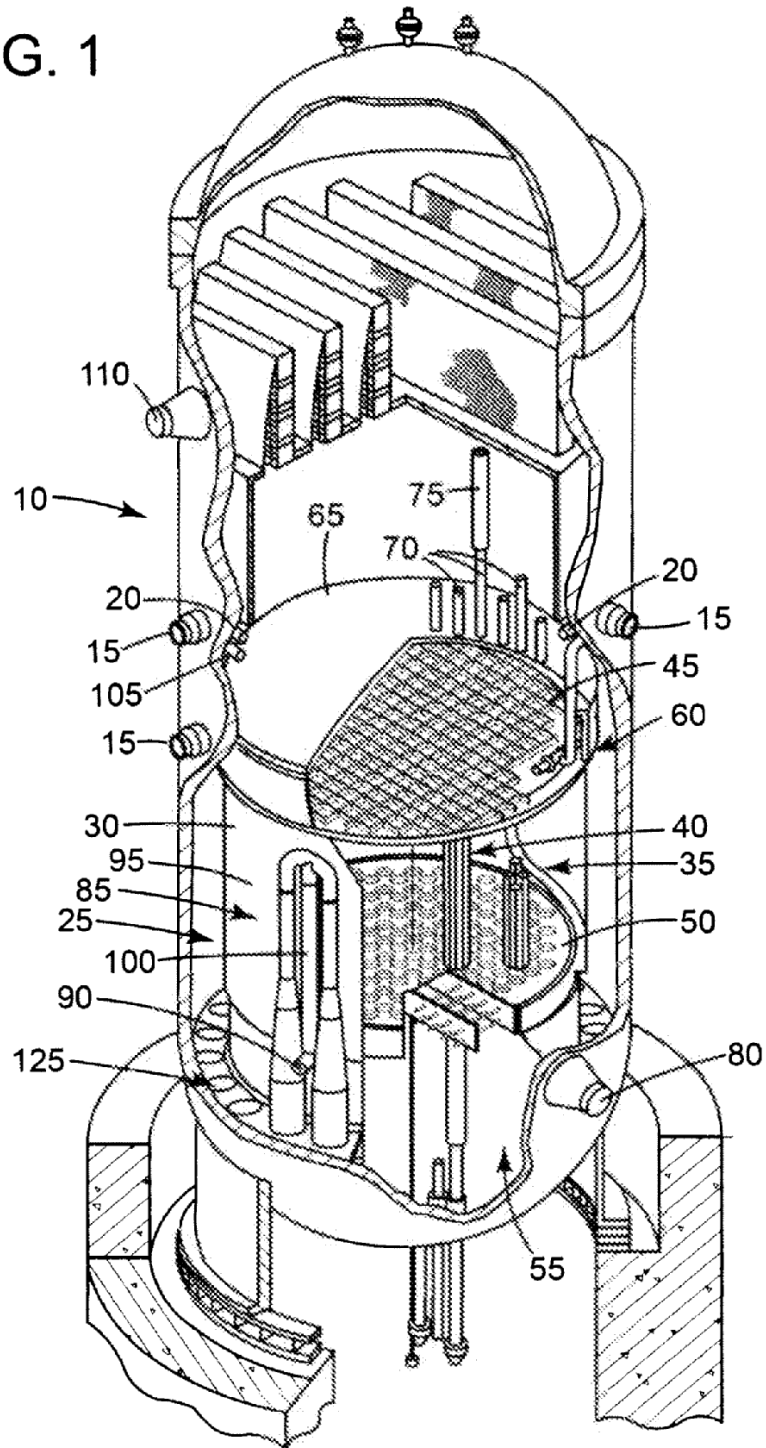


FIG. 2

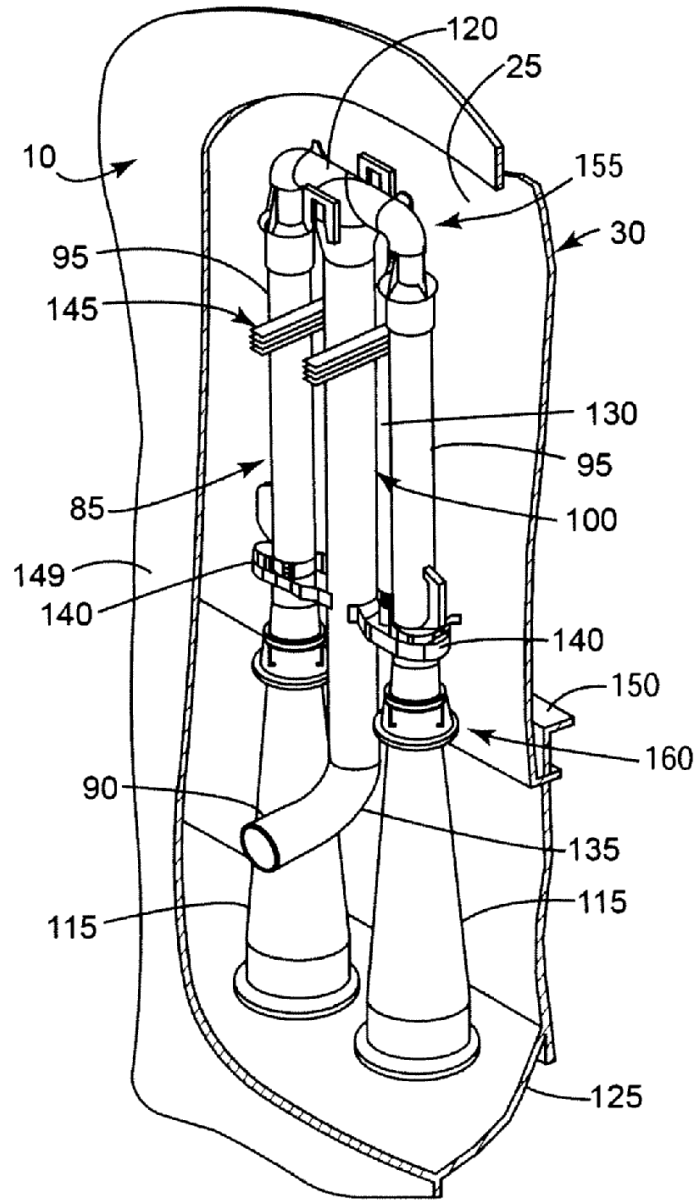


FIG. 2



FIG. 3

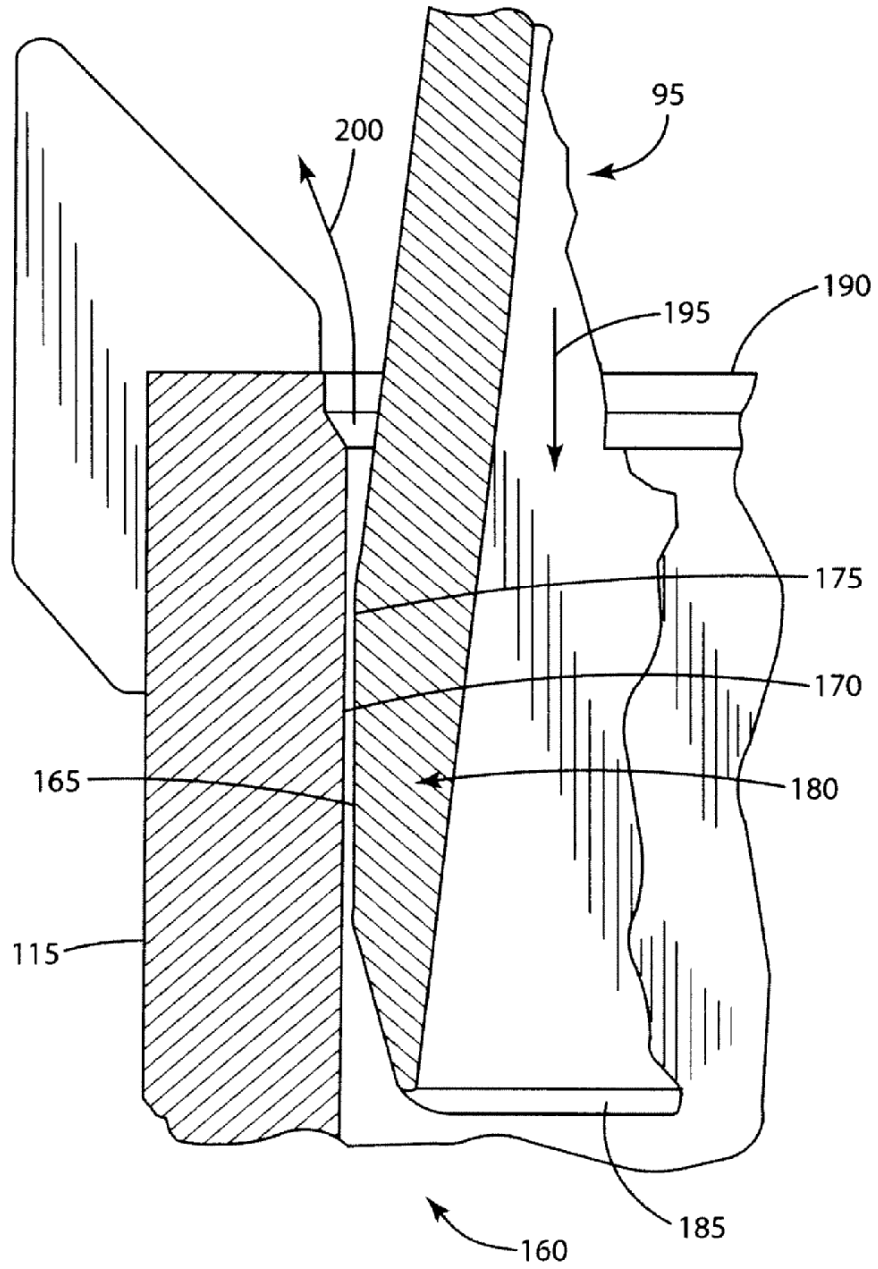


FIG. 4A

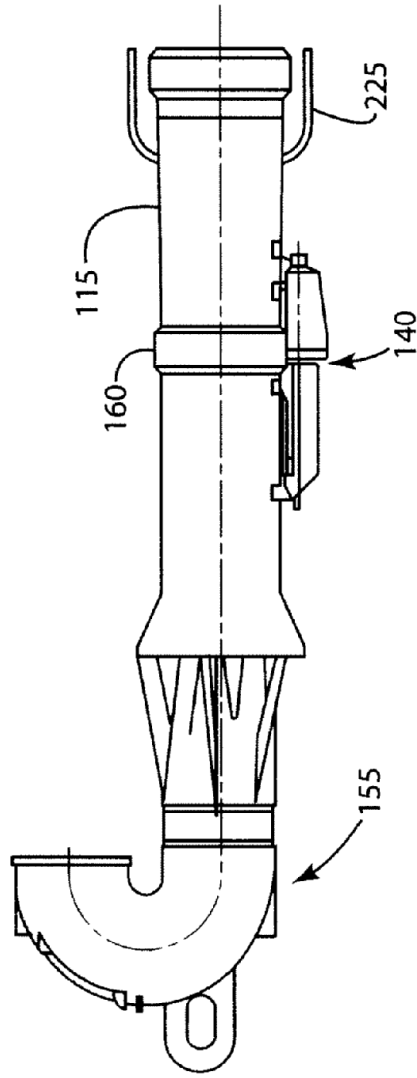
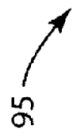


FIG. 4B

