

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 938**

51 Int. Cl.:

B05B 1/06 (2006.01)

B05B 1/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2008 E 08874236 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2012 EP 2304315**

54 Título: **Tobera de rociado de desobrecalentador**

30 Prioridad:

09.05.2008 US 118615

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

01.03.2013

73 Titular/es:

**CONTROL COMPONENTS, INC. (100.0%)
22591 Avenida Empresa
Rancho Santa Margarita, California 92688, US**

72 Inventor/es:

**FREITAS, STEPHEN, G.;
SELZER, ORY, D. y
NEWTON, RAYMOND, R.**

74 Agente/Representante:

MARTÍN SANTOS, Victoria Sofia

ES 2 396 938 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

Tobera de rociado de sobrecalentador

5 **Antecedentes de la intención**

1. Campo de la invención

10 La presente invención concierne en general a los sobrecalentadores de vapor y, más particularmente, a un elemento de válvula configurado únicamente para su uso en un conjunto de tobera de rociado para un dispositivo de sobrecalentamiento de vapor. El conjunto de tobera se adapta específicamente para la creación de un rociado distribuido sustancialmente de modo uniforme, de agua de refrigeración, para su rociado en un flujo de vapor sobrecalentado para reducir la temperatura del mismo.

15 2. Descripción de la técnica relacionada

Muchas instalaciones industriales funcionan con vapor sobrecalentado que tiene una temperatura más elevada que su temperatura de saturación a una presión dada. Debido a que el vapor sobrecalentado puede dañar turbinas u otros componentes aguas abajo, es necesario controlar la temperatura del vapor. El sobrecalentamiento se refiere al proceso de reducir la temperatura del vapor sobrecalentado a una temperatura más baja, que permita el funcionamiento del sistema como se ha diseñado, asegurando la protección del sistema y corrigiendo desviaciones no intencionadas de un punto de consigna de la temperatura de funcionamiento prescrita.

25 Un sobrecalentador de vapor puede disminuir la temperatura del vapor sobrecalentado mediante el rociado de agua de refrigeración en un flujo de vapor sobrecalentado que esté pasando a través de una tubería de vapor. Una vez que el agua de refrigeración se rocía dentro del flujo de vapor sobrecalentado, el agua de refrigeración se mezcla con el vapor sobrecalentado y se evapora, extrayendo energía térmica del vapor y disminuyendo su temperatura. Si el agua de refrigeración se rocía dentro de la tubería de vapor sobrecalentado como gotas de agua muy finas o neblina, entonces la mezcla del agua de refrigeración con el vapor sobrecalentado es más uniforme a través del flujo de vapor.

30 Por otro lado, si el agua de refrigeración se rocía dentro de la tubería de vapor sobrecalentado en forma de chorro, entonces la evaporación del agua de refrigeración se disminuye grandemente. Además, un rociado como chorro del agua de refrigeración pasará a través del flujo de vapor sobrecalentado e impactará en el lado opuesto de la tubería de vapor, dando como resultado una acumulación de agua. Esta acumulación de agua puede producir erosión y tensiones térmicas en la tubería de vapor que puede que conduzca a un fallo estructural. Sin embargo, si el área superficial de rociado del agua de refrigeración que se expone al vapor sobrecalentado es grande, lo que es una consecuencia pretendida de un tamaño de gotas muy finas, la efectividad de la evaporación se incrementa grandemente.

35 Además, la mezcla de agua de refrigeración con el vapor sobrecalentado se puede mejorar mediante el rociado del agua de refrigeración dentro de la tubería de vapor con un patrón de flujo geométrico uniforme de modo que el efecto del agua de refrigeración se distribuya uniformemente a través del flujo de vapor. A la inversa, un patrón de rociado no uniforme del agua de refrigeración dará como resultado una reducción de la temperatura desigual y pobremente controlada a través del flujo de vapor sobrecalentado. A lo largo de estas líneas, la incapacidad del rociado de agua de refrigeración para evaporarse eficientemente en el flujo de vapor sobrecalentado puede dar como resultado también una acumulación de agua de refrigeración dentro de la tubería de vapor. La acumulación de esta agua de refrigeración puede evaporarse finalmente en un intercambio de calor no uniforme entre el agua y el vapor sobrecalentado, dando como resultado una reducción de temperatura pobremente controlada.

40 Se han desarrollado en la técnica anterior varios dispositivos de sobrecalentamiento en un intento de acometer las necesidades anteriormente mencionadas. Tales dispositivos de la técnica anterior incluyen los que se describen en las Patentes de Estados Unidos N° 6.746.001 (titulada Desuperheater Nozzle) y N° 7.028.994 (titulada Pressure Blast Pre-Filming Spray Nozzle), y la publicación de patente de Estados Unidos N° 2006/0125126 (titulada Pressure Blast Pre-Filming Spray Nozzle).

45 El documento US2006/0125126, describe un elemento de válvula (78) para la integración en un conjunto de tobera (20), el elemento de válvula (78) comprende: un cuerpo de válvula en general cónico (46); y un vástago de válvula alargado (48) conectado integralmente a, y extendiéndose parcialmente desde, el cuerpo de la válvula (46) a lo largo de un eje del elemento de válvula; en el que el cuerpo de válvula (46) comprende: un cono de tobera (88) que define una superficie exterior (50) y una superficie inferior que está rodeada por un borde inferior periférico, un núcleo (84) conectado integralmente a la superficie inferior del cono de la tobera (88); al menos un nervio (80) conectado integralmente al núcleo (84); y un anillo de fractura (82) conectado integralmente al nervio (80) y dispuesto en relación espacial con el cono de la tobera (88). Las presentes invenciones representan mejoras sobre estas y otras soluciones de la técnica anterior y proporcionan un dispositivo de sobrecalentamiento para el rociado de agua de refrigeración dentro de un flujo de vapor sobrecalentado que es de construcción simple con relativamente pocos

componentes y que requiere una mínima cantidad de mantenimiento, es capaz de rociar agua de refrigeración en una fina neblina con gotas muy pequeñas para una evaporación más efectiva dentro del flujo de vapor sobrecalentado, y es capaz de rociar el agua de refrigeración con un patrón de flujo geométricamente uniforme para una mezcla más igualada a través del flujo de vapor sobrecalentado. Varias características novedosas de la presente invención se explicarán con más detalle a continuación.

Breve resumen de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un elemento de válvula mejorado para un conjunto de tobera de rociado de un dispositivo de sobrecalentamiento del vapor que se configura para rociar agua de refrigeración en un flujo de vapor sobrecalentado con un patrón de rociado en general uniformemente distribuido de acuerdo con la reivindicación 1. Las realizaciones adicionales preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes 2-15.

El conjunto de tobera se compone de una carcasa de tobera y un elemento de válvula que se puede relacionar de modo móvil con la carcasa de la tobera. El elemento de válvula, también denominado comúnmente como una aguja de válvula u obturador de válvula, se extiende a través de la carcasa de la tobera y se puede deslizar axialmente entre una posición cerrada y una posición abierta (fluir). La carcasa de la tobera tiene una entrada de carcasa y una salida de carcasa. La entrada a la carcasa se localiza en una parte superior de la carcasa de la tobera. La salida de la carcasa se localiza en una parte inferior de la carcasa de la tobera. La parte superior de la carcasa de la tobera define una cámara de carcasa para la recepción de agua de refrigeración desde la entrada a la carcasa. La parte inferior de la carcasa de la tobera define una galería de válvula que está separada de la cámara de la carcasa mediante un la parte intermedia de la carcasa de la tobera. Se forma axialmente un orificio de vástago de válvula a través de la parte intermedia.

Se forman una pluralidad de pasos de carcasa en la parte intermedia para interconectar fluidamente la cámara de carcasa (es decir la entrada a la carcasa) con la galería de preválvula (es decir la salida de la carcasa) de modo que el agua de refrigeración puede entrar a través de la entrada de la carcasa, circular al interior de la cámara de la carcasa, a través de los pasos de carcasa y al interior de la galería de preválvula antes de salir del conjunto de carcasa en la salida de carcasa cuando el elemento de válvula se desplaza o actúa hacia la posición abierta.

El elemento de válvula comprende un cuerpo de válvula y un vástago de válvula alargado que se fija de modo integral al cuerpo de válvula y se extiende axialmente desde el mismo. El vástago de la válvula se extiende axialmente desde el cuerpo de válvula y avanza a través del orificio del vástago de válvula de la carcasa de la tobera y se dimensiona y configura para proporcionar un ajuste deslizante axialmente dentro del orificio de vástago de válvula de modo que el elemento de válvula pueda oscilar entre las posiciones abierta y cerrada. La parte inferior de la carcasa de la tobera incluye un asiento de válvula formado alrededor del mismo para un acoplamiento sellado con el cuerpo de la válvula. El asiento de válvula se configura preferiblemente para ser complementario con el cuerpo de la válvula.

En una realización preferida de la presente invención, el cuerpo de válvula por sí mismo comprende un cono de tobera que se conecta integralmente en el vástago de la válvula y define una superficie exterior que tiene una forma para tener específicamente un perfil curvado, elíptico. Formado integralmente en la superficie inferior del cono de la tobera hay un núcleo cuadrangular en general que tiene cuatro nervios que sobresalen desde las cuatro regiones de esquina respectivas definidas de ese modo. Conectado de modo integral a cada uno de los nervios hay un anillo de fractura en general circular. Los extremos exteriores de los nervios son continuos con tanto la superficie exterior del cono de la tobera como con la superficie exterior del anillo de fractura, definiendo colectivamente las superficies exteriores del cono de tobera, los nervios y el anillo de fractura un perfil cónico para el cuerpo de la válvula.

En el cuerpo de válvula, se dispone el anillo de fractura en una relación de separación con el borde inferior del cono de la tobera que rodea la superficie inferior del mismo. En este sentido, se forman una serie de ventanas en el cuerpo de la válvula, estando enmarcada cada ventana por un segmento del borde inferior del cono de la tobera, un par adyacente de nervios y un segmento del borde superior del anillo de fractura. Los bordes de las ventanas son agudos para cortar el flujo laminar que sale de la superficie exterior del cono de la tobera, siendo importantes los bordes agudos para reducir los tamaños de las gotas desde el elemento de válvula y por ello del conjunto de la tobera.

El anillo de fractura del cuerpo de válvula tiene una configuración de sección transversal de cuña en delta, interceptando preferiblemente un vértice de tal cuña la línea tangente desde el borde inferior del cono de la tobera. De modo similar, cada uno de los nervios tiene preferiblemente una configuración de sección transversal de cuña en delta, continuando el vértice de los nervios hasta el interior hacia el eje del elemento de válvula hasta que los nervios se conectan finalmente al núcleo formado sobre la superficie inferior del cono de la tobera. La conexión integral de los nervios al núcleo y por ello al cono de la tobera mejora significativamente la resistencia mecánica de los nervios y del anillo de fractura conectado integralmente a los nervios. La superficie interior del cuerpo de la válvula definida por los nervios, el anillo de fractura, el núcleo y el cono de la tobera no tiene esquinas cuadradas o intersecciones, cuya eliminación impide la formación de venas en el flujo laminar que sale del elemento de válvula. Los expertos en la materia apreciarán que la generación de tales venas crea a su vez grandes gotas indeseables con los caudales de

tobera más bajos.

De acuerdo con una realización adicionalmente preferida del elemento de válvula de la presente invención, la superficie del extremo exterior de cada uno de los nervios puede estar escalonada con relación al borde inferior del cono de la tobera. Esto es a diferencia de la realización mencionada anteriormente que es un perfil alineado en el que la superficie exterior del anillo de fractura, las superficies exteriores de los nervios y la superficie exterior del cono de la tobera están sustancialmente enrasadas o continuas entre sí, como se ha indicado anteriormente. Con el perfil escalonado, las superficies exteriores del anillo de fractura y los nervios, aunque permanecen sustancialmente enrasados o continuos entre sí, están en un ángulo ligeramente agudo con relación a la superficie exterior del cono de la tobera, y por ello interceptan el cono de la tobera en un escalón por debajo del mismo. La finalidad del perfil escalonado es generar un flujo laminar separado con caudales bajos. El flujo laminar se divide en el anillo de fractura, dividiendo el ángulo diferencial una parte del flujo radialmente hacia el exterior, incrementando de ese modo el área del cono de rociado. Por el contrario, con el perfil en línea, las superficies exteriores tangentes o continuas del anillo de fractura, nervios y cono de tobera minimizan la interrupción del flujo laminar, especialmente con bajos caudales de tobera.

De acuerdo con otra realización preferida más del elemento de válvula de la presente invención, el anillo de fractura está separado del cono de tobera mediante un canal o espacio continuo. En esta realización particular, los nervios se conectan de modo integral a una parte del núcleo circular en general que se conecta de modo integral a la superficie inferior del cono de la tobera.

A pesar de las geometrías de alguna forma complejas de los elementos de válvula contruidos de acuerdo con la presente invención, tales elementos de válvula se pueden fabricar bastante simplemente. Los perfiles cónicos internos y los recorridos con curvas elípticas de los perfiles se generan mediante mecanizado del cuerpo de la válvula con una herramienta de perfil cónico simple en una máquina de control numérico. Esto representa una mejora significativa sobre los diseños de los elementos de válvula de la técnica anterior que son frecuentemente demasiado difíciles de fabricar sin comprometer el rendimiento y la resistencia.

En cada realización preferida del elemento de válvula de la presente invención, una parte de la superficie exterior del cono de la tobera se configura para ser complementario con el asiento de válvula del conjunto de tobera de modo que el acoplamiento de la superficie exterior del cono de tobera con el asiento de válvula definida por la parte inferior de la carcasa de la tobera bloquea de modo efectivo el flujo de agua de refrigeración hacia el exterior del conjunto de tobera cuando el elemento de válvula está en la posición cerrada. A la inversa, cuando el elemento de válvula se mueve axialmente desde la posición cerrada a la posición abierta, el agua de refrigeración es capaz de fluir hacia abajo a través del espacio anular definido colectivamente mediante la superficie exterior del cono de la tobera y el asiento de válvula. La combinación del asiento de válvula cónico y la superficie exterior cónica es efectiva para inducir un patrón de rociado cónico para el agua de refrigeración que está saliendo del espacio anular cuando el elemento de válvula está en la posición abierta. Según la película de agua de refrigeración fluye hacia abajo sobre la superficie exterior del cono de la tobera del cuerpo de la válvula, una parte de la lámina del agua de refrigeración incide sobre el anillo de fractura, entrando finalmente toda el agua de refrigeración en el flujo de vapor sobrecalentado que pasa a través de la tubería de vapor.

Como resultado de los atributos estructurales y funcionales de los elementos de válvula contruidos de acuerdo con cada realización de la presente invención, el tamaño de las gotas de agua de refrigeración se mantiene en un mínimo, mejorando así la absorción y la eficiencia de la evaporación del agua de refrigeración dentro del flujo de vapor sobrecalentado, para además mejorar la distribución espacial del agua de refrigeración. En este sentido, los atributos estructurales y funcionales de los elementos de válvula contruidos de acuerdo con la presente invención son operativos para inducir un patrón de rociado cónico para el agua de refrigeración que se genera desde el conjunto de tobera de rociado cuando el elemento de válvula está en la posición abierta, con el paso de una parte de la lámina de agua de refrigeración sobre el anillo de fractura, proporcionando los atributos de tamaño de gota deseablemente más bajos descritos anteriormente.

La presente invención se comprenderá mejor con referencia a la siguiente descripción detallada cuando se lea en conjunto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Estas, así como otras características de la presente invención, serán más evidentes tras la referencia a los dibujos en los que:

- La Figura 1 es una vista en sección transversal longitudinal de un dispositivo de desobrecalentamiento que incorpora un conjunto de tobera que tiene un elemento de válvula construido de acuerdo con una primera realización de la presente invención;
- la Figura 2a es una vista en sección transversal longitudinal del conjunto de tobera de la Figura 1, que ilustra el elemento de válvula de la primera realización en una posición cerrada;
- la Figura 2b es una vista en sección transversal longitudinal del conjunto de tobera de la Figura 1, que ilustra el

elemento de válvula de la primera realización en una posición abierta;
 la Figura 3 es una vista en alzado lateral del elemento de válvula de la primera realización;
 la Figura 4 es una vista en planta inferior del elemento de válvula de la primera realización;
 la Figura 5 es una vista en sección transversal parcial del elemento de válvula de la primera realización tomada
 a lo largo de la línea 5-5 de la Figura 4;
 la Figura 6 es una vista en sección transversal parcial del elemento de válvula de la primera realización tomada
 a lo largo de la línea 6-6 de la Figura 4;
 la Figura 7 es una vista en alzado lateral de un elemento de válvula construido de acuerdo con una segunda
 realización de la presente invención;
 la Figura 8 es una ampliación de la región circulada 8 mostrada en la Figura 7;
 la Figura 9 es una vista en alzado lateral de un elemento de válvula construido de acuerdo con una tercera
 realización de la presente invención;
 la Figura 10 es una vista en sección transversal del elemento de válvula de la tercera realización mostrado en
 la Figura 9;
 la Figura 11 es una vista en planta inferior del elemento de válvula de la tercera realización;
 la Figura 12 es una vista en sección transversal parcial del elemento de válvula de la tercera realización
 tomada a lo largo de la línea 12-12 de la Figura 11; y
 la Figura 13 es una vista en sección transversal parcial del elemento de válvula de la tercera realización
 tomada a lo largo de la línea 13-13 de la Figura 11.

Se usan números de referencia comunes a todo lo largo de los dibujos y la descripción detallada para indicar
 elementos similares.

Descripción detallada de la invención

Con referencia ahora a los dibujos en los que la presentación es con finalidades de ilustración de realizaciones
 preferidas de la presente invención solamente, y no con finalidades de limitación de la misma, la Figura 1 representa
 un dispositivo de sobrecalentamiento 10 de ejemplo que incorpora una aguja de válvula o elemento de válvula 78
 mejorado dentro de un conjunto de tobera 20. El elemento de válvula 78 se extiende a través del conjunto de tobera
 20 y se puede deslizar axialmente entre una posición cerrada y una posición abierta. Como se puede ver en la
 Figura 1, un flujo de vapor sobrecalentado a elevada presión pasa a través de una tubería de vapor 12 a la que el
 conjunto de tobera 20 se puede fijar mediante medios adecuados tales como soldadura y otros similares. El soporte
 de tobera 18 une una línea de alimentación de agua de refrigeración 16 al conjunto de tobera 20 para proporcionar
 un suministro adecuado de agua de refrigeración a la misma.

La línea de alimentación de agua de refrigeración 16 se conecta a una válvula de control de agua de refrigeración
 14. La válvula de control de agua de refrigeración 14 se puede conectar de modo fluido a un suministro de agua a
 alta presión (no mostrado). La válvula de control 14 es operativa para controlar el flujo de agua de refrigeración
 dentro de la línea de alimentación de agua de refrigeración 16 en respuesta a un sensor de temperatura (no
 mostrado) montado en la tubería de vapor 12 aguas abajo del conjunto de tobera 20. La válvula de control 14 puede
 variar el flujo a través de la línea de alimentación de agua de refrigeración 16 para producir una presión de agua
 variable en el conjunto de tobera 20.

Cuando la presión del agua de refrigeración en el conjunto de tobera 20 es mayor que la presión elevada del vapor
 sobrecalentado en la tubería de vapor 12, el conjunto de tobera 20 proporciona un rociado del agua de refrigeración
 dentro de la tubería de vapor 12. Aunque la Figura 1 muestra un único conjunto de tobera 20 conectado a la tubería
 de vapor 12, se contempla que puede haber cualquier número de conjuntos de tobera 20 espaciados alrededor de la
 circunferencia de la tubería de vapor 12 para optimizar la eficiencia del dispositivo de desobrecalentamiento 10.
 Cada conjunto de tobera 20 se puede conectar por medio de una línea de alimentación de agua de refrigeración 16
 a un colector (no mostrado) que rodea la tubería de vapor 12 y conecta la válvula de control de agua de refrigeración
 14. Como se describe a continuación, el elemento de válvula 78 del conjunto de tobera 20 se adapta
 específicamente para la creación de un rociado distribuido sustancialmente de modo uniforme de agua de
 refrigeración para su rociado dentro del flujo de vapor sobrecalentado para reducir la temperatura del mismo.

Cambiando ahora a las Figuras 2A y 2B, se muestra una vista en sección de un conjunto de tobera 20 del dispositivo
 de desobrecalentamiento 10 de la Figura 1. En las Figuras 2A y 2B, el conjunto de tobera 20 se compone de una
 carcasa de tobera 22 y un elemento de válvula 78 tal como está construido de acuerdo con una primera realización
 de la presente invención. El elemento de válvula 78 de la primera realización se muestra también en las Figuras 3-6.
 La configuración específica y características del elemento de válvula 78 se describirán con mayor detalle a
 continuación. El conjunto de tobera 20 se muestra en la Figura 2A con el elemento de válvula 78 dispuesto en una
 posición cerrada. La Figura 2B ilustra el elemento de válvula 78 dispuesto en una posición abierta. La carcasa de la
 tobera 22 tiene una entrada de carcasa 28 y una salida de carcasa 30. La entrada de carcasa 28 se localiza en una
 parte superior 24 de la carcasa de tobera 22. La salida de carcasa 30 se localiza en una parte inferior 26 de la
 carcasa de tobera 22. Las partes superior e inferior 24, 26 se pueden integrar en una estructura unitaria.

Alternativamente, la carcasa de tobera 22 se puede fabricar como dos componentes separados que comprenden la

parte superior 24 y la parte inferior 26 como se muestra en las Figuras 2A y 2B. La parte superior 24 puede estar fijada de modo roscado a la parte inferior 26 en un saliente 40 entre ellos de modo que el elemento de válvula 78 y la parte inferior 26 se puedan retirar de la parte superior 24 y sustituir con un elemento de válvula 78 y una parte inferior 26 de la misma configuración o una configuración alternativa. Así, se contempla que el elemento de válvula 78 puede ser intercambiable por lo que una realización alternativa del elemento de válvula 78 se puede sustituir por la primera realización. En este sentido, las Figuras 7 y 8 ilustran un elemento de válvula 78a construido de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. Las Figuras 9-13 ilustran un elemento de válvula 106 construido de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. Las configuraciones específicas y características de la segunda y tercera realizaciones del elemento de válvula 78 se describirán también con mayor detalle a continuación.

Con referencia aún a la Figura 2A, la parte superior 24 de la carcasa de tobera 22 puede definir una cámara de carcasa 32 para la recepción de agua de refrigeración desde la entrada de carcasa 28. La parte inferior 26 de carcasa de la tobera 22 puede definir una galería de válvula 34 que está separada de la cámara de carcasa 32 mediante una parte intermedia 76 de la carcasa de tobera 22. Tanto la cámara de carcasa 32 como la galería de válvula 34 pueden tener una forma anular. Se puede formar axialmente un orificio de vástago de válvula 42 formado a través de la parte intermedia 76 de la carcasa de tobera 22. Se forman una pluralidad de pasos de carcasa 36 en la parte intermedia 76 para interconectar para fluidos la cámara de carcasa 32 (es decir la entrada de carcasa 28) con la galería de preválvula 34 (es decir la salida de la carcasa 30) de modo que el agua de refrigeración pueda fluir desde la entrada de la carcasa 28, dentro de la cámara de carcasa 32, a través de los pasos de carcasa 36 y al interior de la galería de preválvula 34 antes de salir del conjunto de tobera 20 en la salida de carcasa 30 cuando el elemento de válvula 78 se desplaza o acciona hacia la posición abierta.

Como se ve en la Figura 2A, los pasos de carcasa 36 pueden estar en ángulo hacia el interior con relación al orificio del vástago de válvula 42 a lo largo de una dirección desde la entrada de carcasa 28 a la salida de carcasa 30. Tal inclinación hacia el interior de los pasos de carcasa 36 puede permitir una reducción general en el tamaño global del conjunto de tobera 20. Además, tal inclinación hacia el interior de los pasos de carcasa 36 puede facilitar la formación de un patrón de rociado sustancialmente uniforme del agua de refrigeración que se descarga desde el conjunto de tobera 20. Los pasos de carcasa 36 pueden disponerse concéntricamente alrededor y equidistantemente separados sobre el orificio del vástago de la válvula 42. Sin embargo, los pasos de carcasa 36 se pueden configurar en cualquier número de configuraciones. Por ejemplo, los pasos de carcasa 36 se pueden configurar con unas formas de sección transversal circular sustancialmente iguales y pueden estar alineados axialmente con el orificio del vástago de válvula 42.

Además, los pasos de carcasa 36 se pueden configurar como una pluralidad de ranuras con forma en general en arco que se extienden axialmente a través de la parte intermedia 76 y separadas de modo equidistante relativamente entre sí. Los pasos de carcasa 36 se separan alrededor del orificio del vástago de válvula 42 para eliminar la tendencia del agua de refrigeración a salir del conjunto de tobera 20 en un patrón de rociado en chorro. En este sentido, la combinación de los pasos de carcasa 36 y la geometría del elemento de válvula 78 se configuran para cooperar para proporcionar un patrón de rociado geoméricamente uniforme del agua de refrigeración en la tubería de vapor 12. Independientemente de su disposición geométrica, tamaño y formas específicas, los pasos de carcasa 36 se configuran para proporcionar un flujo de agua de refrigeración desde la entrada de carcasa 28 a la salida de carcasa 20 cuando el elemento de válvula 78 se mueve a una posición abierta, como se describirá con mayor detalle a continuación.

Habiendo descrito de ese modo los atributos estructurales y funcionales del conjunto de tobera 20, los atributos funcionales y estructurales específicos del elemento de válvula 78 de la misma se explicarán ahora con referencia específica a las Figuras 3-6. En particular, el elemento de válvula 78 comprende un cuerpo de válvula 80 y un vástago de válvula alargado 82 que se fija de modo integral al cuerpo de válvula 80 y se extiende axialmente desde el mismo. El vástago de válvula 82 tiene una configuración de sección transversal circular en general y define un extremo distal 84. Se contempla que una parte distal del vástago de válvula 82 que se extiende al extremo distal 84 del mismo puede estar externamente roscada con propósito de facilitar la interfaz operativa del elemento de válvula 78 con el resto del conjunto de tobera 20. El vástago de válvula 82 se dimensiona y configura para poder avanzar de modo deslizante a través del orificio del vástago de válvula 42 de la carcasa de tobera 22. En este sentido, el vástago de válvula 82 se puede dimensionar y configurar para ser complementario con el orificio del vástago de válvula 42 de modo que se proporcione un ajuste axialmente deslizante entre ellos. Esto permite al vástago de válvula 82, y por ello al elemento de válvula 78, moverse alternativamente dentro del orificio del vástago de válvula 42 de modo que el elemento de válvula 78 pueda moverse entre sus posiciones abierta y cerrada como se describirá con mayor detalle a continuación.

El cuerpo de válvula 80 del elemento de válvula 78 comprende en sí mismo un cono de tobera 86 que se conecta de modo integral al vástago de válvula 82 y define una superficie exterior cónica 88 que se conforma específicamente para tener un perfil curvado, elíptico que se extiende a lo largo del eje del elemento de válvula 78. Además de la superficie exterior 88, el cono de tobera 86 define una superficie inferior 90 rodeada por un borde inferior periférico 92, circular en general. Formado integralmente sobre la superficie inferior 90 del cono de tobera 86 hay un núcleo en general cuadrangular 94. Conectado integralmente con el bloque 94 hay una pluralidad de (por ejemplo cuatro)

nervios 96 que sobresalen desde las cuatro zonas de esquina respectivas definidas por el núcleo 94. Como se puede ver en la Figura 6, los nervios 96 se conectan también integralmente a la superficie interior 90 del cono de tobera 86. Conectado integralmente a cada uno de los nervios 96 hay un anillo de fractura en general circular o anular 98 que se dispone en una relación de separación con el cono de tobera 86 y, en particular, con el borde inferior 92 del mismo. En el cuerpo de válvula 80, los extremos exteriores o superficies del extremo exterior de los nervios 96 están enrasados o continuos sustancialmente con la superficie exterior 88 del cono de tobera 86 así como con la superficie exterior del anillo de fractura 98, como se ve mejor en la Figura 3. Como resultado, la superficie exterior 88 del cono de tobera 86, las superficies del extremo exterior de los nervios 96 y la superficie exterior del anillo de fractura 98 definen colectivamente un perfil cónico para el cuerpo de la válvula 80.

En el elemento de válvula 78, el anillo de fractura 98 del cuerpo de válvula 80 se dispone en una relación de separación con el borde inferior periférico 92 del cono de tobera 86 que, como se ha indicado anteriormente, rodea la superficie inferior 90 del mismo. El anillo de fractura 98 tiene preferiblemente también una configuración de sección transversal de cuña en delta como se muestra en la Figura 5, definiendo el vértice de tal cuña el borde de ataque o borde superior 102 del anillo de fractura 98, interceptando el borde superior 102 preferiblemente la línea tangente desde el borde inferior 92 del cono de tobera 86. De modo similar, como se ve mejor en la Figura 6, cada uno de los nervios 96 tiene preferiblemente una configuración de sección transversal de cuña en delta, definiendo el vértice de cada nervio 96 el borde inferior 104 del mismo que se dirige al exterior desde el cono de tobera 86. En el elemento de válvula 78, el vértice o borde inferior 104 de cada uno de los nervios 98 continúa hacia el interior del eje del elemento de válvula 78 hasta que los nervios 96 se conectan finalmente al núcleo 94 anteriormente descrito formado sobre la superficie inferior 90 del cono de tobera 86.

Como se ha indicado anteriormente, en el cuerpo de válvula 80, se dispone el anillo de fractura 98 en una relación de separación con el borde inferior 92 del cono de tobera 86. Como resultado, se forman una pluralidad de ventanas 100 (por ejemplo cuatro) en el cuerpo de válvula 80, estando rodeada cada ventana 100 por un segmento del borde inferior 92 del cono de tobera 86, un par adyacente de los nervios 96 y los elementos del borde superior 102 del anillo de fractura 98. Los bordes de las ventanas 100, y en particular el borde superior 102 del anillo de fractura 98, se conforman para cortar el flujo laminar que sale de la superficie exterior 88 del cono de tobera 86, siendo importantes los bordes afilados para reducir los tamaños de las gotas desde el elemento de válvula 78 y por ello el conjunto de tobera 20.

En el elemento de válvula 78, la conexión integral de los nervios 96 al núcleo 94 del cono de tobera 86 mejora significativamente la resistencia mecánica de los nervios 96 y del anillo de fractura 98 integralmente conectado a los nervios 96. Adicionalmente, las superficies internas del cuerpo de válvula 80 definidas por los nervios 96, anillo de fractura 98, núcleo 94 y cono de tobera 86 se conforman cada una preferiblemente de modo que el agua de refrigeración que fluye sobre el elemento de válvula 78 no se expone a ninguna esquina cuadrada o intersecciones, cuya eliminación impide la formación de venas en el flujo laminar que sale del elemento de válvula 78. En este sentido, como se ve en la Figura 3, la transición entre cada uno de los nervios 96 y el borde superior 102 del anillo de fractura 98 se define parcialmente por un par opuesto de secciones en arco 95 de cada uno de los nervios 96. De ese modo, cada una de las ventanas 100 se define parcialmente por dos secciones en arco 95 incluidas en los pares adyacentes de nervios 96 respectivos. Adicionalmente, como se ve en la Figura 4, la transición entre las superficies laterales opuestas de cada uno de los nervios 96 y la superficie inferior del anillo de fractura 98 se define mediante un par opuesto de secciones en arco 97 de cada uno de los nervios 96. Como se ha indicado anteriormente, las esquinas redondeadas creadas por las secciones en arco 95, 97 de los nervios 96 son instrumentales en la reducción o eliminación de venas en el flujo laminar que sale de elemento de válvula 78.

Como se ha indicado anteriormente, el vástago de válvula 82 avanza de modo deslizante a través del orificio del vástago de válvula 42 y acoplado operativamente a la carcasa de tobera 22 de modo que permita al elemento de válvula 78 moverse de modo alternativo entre sus posiciones abierta y cerrada. En el conjunto de tobera 20, la parte inferior 26 de la carcasa de tobera 22 en la salida de carcasa 30 define un asiento de válvula anular 44 que se adapta para un acoplamiento sellado con el cuerpo de válvula 80, y en particular una parte de la superficie exterior 88 del cono de tobera 86 del mismo. El asiento de válvula 44 está típicamente en ángulo en una configuración en general cónica, como se muestra en las Figuras 2A y 2B. Preferiblemente, la superficie exterior 88 del cono de tobera 86 en el cuerpo de válvula 80 se dimensiona y configura para ser complementaria con el asiento de válvula 44 de modo que el acoplamiento de la superficie exterior 88 al asiento de válvula 44 bloquea efectivamente el flujo exterior del agua de refrigeración del conjunto de tobera 20 cuando el elemento de válvula 78 está en la posición cerrada. A la inversa, cuando el elemento de válvula 78 se mueve axialmente desde la posición cerrada a la posición abierta, el agua de refrigeración es capaz de fluir hacia abajo a través del espacio anular 56 definido colectivamente por la superficie exterior 88 del cono de tobera 86 y el asiento de válvula 44 en la forma mostrada en la Figura 2B.

Preferiblemente, la superficie exterior 88 del cono de tobera 86 del cuerpo de válvula 80 se configura de modo que su semiángulo difiere del semiángulo del asiento de válvula 44. Adicionalmente, el semiángulo de la superficie exterior 88 se configura preferiblemente para ser menor que o mayor que el semiángulo del asiento de válvula 44. Adicionalmente, el semiángulo de la superficie exterior 88 y el semiángulo del asiento de válvula 44 están preferiblemente entre aproximadamente 20 grados y aproximadamente 60 grados. Adicionalmente, como se ve en la Figura 2A, el tamaño y configuración del elemento de válvula 78 con relación a la carcasa de tobera 22 es tal que el

borde periférico 92 del cono de tobera 86, la ventana 100, los nervios 96 y el anillo de fractura 98 se disponen cada uno hacia el exterior de la parte inferior 26 de la carcasa de tobera 20 incluso cuando el elemento de válvula 78 está en su posición cerrada.

5 Cuando se acciona el elemento de válvula 78 hasta su posición abierta como se muestra en la Figura 2B, la combinación del asiento de válvula cónico 44 y la superficie exterior cónica 88 del cono de tobera 86 es efectiva para inducir un patrón de rociado cónico para el agua de refrigeración que sale en el espacio anular 56. Dado que la película de agua de refrigeración fluye a lo largo de la superficie exterior 88 del cono de tobera 86 del cuerpo de
10 válvula 80, el diámetro gradualmente incrementado del cono de tobera 86 atribuible a su forma cónica es operativo para reducir gradualmente el grosor de la lámina del agua de refrigeración, facilitando de ese modo una reducción inicial del tamaño de las gotas en el patrón de rociado cónico. Adicionalmente, la separación entre el anillo de fractura 98 del cono de tobera 86 sirve para separar temporalmente al menos una parte del patrón de rociado cónico o lámina del agua de refrigeración desde el elemento de válvula 78. Cuando el patrón de rociado cónico o lámina impacta con el borde superior 102 del anillo de fractura 98, el borde superior 102 del anillo de fractura 98 divide la
15 lámina cónica de agua de refrigeración, proporcionando así una segunda etapa de atomización. La funcionalidad del anillo de fractura 98 se basa en el principio de Lefavre que mantiene que el tamaño de gotas del agua de refrigeración es proporcional al grosor de la lámina del agua de refrigeración después de que pasa sobre el elemento de válvula 78. Después de que el tamaño de gotas del agua de refrigeración se reduce de modo efectivo por el impacto de la lámina de agua de refrigeración contra el borde superior 102 del anillo de fractura 98, el agua de refrigeración entra dentro del flujo de vapor sobrecalentado que pasa a través de la tubería de vapor 12. Ventajosamente, los atributos estructurales y funcionales del elemento de válvula 78 reducen de modo efectivo el tamaño de las gotas del agua de la refrigeración a un mínimo, mejorando de ese modo la absorción y eficiencia de evaporación del agua de refrigeración dentro del flujo de vapor sobrecalentado, además de mejorar la distribución espacial del agua de refrigeración.

25 Con referencia de nuevo a las Figuras 2A y 2B, el conjunto de tobera 20 puede incluir también al menos un muelle de válvula 58 que se acopla operativamente al elemento de válvula 78 para predisponer el elemento de válvula 78 en un acoplamiento de sellado contra el asiento de válvula 44. El muelle de válvula 58 hace tope en un hombro de carcasa 38 de la carcasa de tobera 22 y predispone el cuerpo de válvula 80 dentro del acoplamiento sellado contra el asiento de válvula 44. Se contempla que la fuerza de predisposición se puede proporcionar mediante al menos un par de arandelas Belleville montadas de modo deslizante sobre el vástago de válvula 82 en una disposición dorso contra dorso. Adicionalmente, aunque se muestran como arandelas Belleville, se debería observar que el muelle de válvula 58 se puede configurar en una variedad de configuraciones alternativas. Se puede incluir también un separador 60 en el conjunto de tobera 20, estando montado el separador 60 sobre el vástago de válvula 82 haciendo
35 tope con el muelle de válvula 58. El separador 60 mostrado en las Figuras 2A y 2B tiene una configuración en general cilíndrica. El grosor del separador 60 se puede ajustar selectivamente para limitar las características de compresión del elemento de válvula 78 dentro de la carcasa de tobera 22 de modo que el punto en el que el elemento de válvula 78 se mueve desde la posición cerrada a la posición abierta puede ser ajustable. En este sentido, se contempla que para una configuración dada del conjunto de tobera 20, se pueden sustituir separadores 60 de varios grosores para proporcionar algún grado de capacidad de control en relación al movimiento axial del elemento de válvula 78 y, finalmente, el tamaño del espacio anular 56 cuando el elemento de válvula 78 está en la posición abierta.

45 También incluido en el conjunto de tobera 20 hay tope de válvula 62 montado sobre el vástago de la válvula 82 del elemento de válvula 78. El tope de válvula 62 se puede configurar para extenderse más allá del diámetro del separador 60 para configuraciones de la carcasa de tobera 22 que incluyen un orificio de muelle (no mostrado) formado a través de ella. En tales configuraciones que incluyen un orificio de muelle, el tope de válvula 62 puede limitar el movimiento axial del elemento de válvula 78. En las Figuras 2A y 2B, el tope de válvula 62 se muestra configurado como una arandela de tope montada sobre el vástago de la válvula 82 y dispuesta en un contacto a tope
50 con el separador 60. La arandela de tope puede tener un diámetro mayor que el del orificio del muelle (si está incluido) para la limitación del movimiento axial del elemento de válvula 78 de modo que el tamaño del espacio anular 56 puede estar limitado.

55 Como se muestra adicionalmente en las Figuras 2A y 2B, el conjunto de tobera 20 puede incluir también una tuerca de carga 62 fijada de modo roscado a la parte distal roscada externamente del vástago de válvula 82 descrito anteriormente. La tuerca de carga 64 se puede ajustar para aplicar una carga de muelle previa al muelle de válvula 58 mediante el movimiento parcial del vástago de válvula 82 y el separador 60 relativamente entre sí para comprimir el muelle de válvula 58 entre el separador 60 y el hombro de la carcasa 38. Para configuraciones del conjunto de tobera 20 que no incluyen un separador 60, el ajuste de la tuerca de carga 64 comprime el muelle de válvula 58 entre el hombro de la carcasa 38 y el tope de válvula 62. Para configuraciones del conjunto de tobera 20 que no incluyen el tope de válvula 62, del ajuste de la tuerca de carga 64 comprime el muelle de válvula 58 entre la tuerca de carga 64 y el hombro de carcasa 38 (o orificio del muelle, si se incluye). En cualquier caso, la tuerca de carga 64 se puede ajustar para aplicar una fuerza de compresión al cuerpo de válvula 80 contra el asiento de válvula 44. La tuerca de carga 64 se puede ajustar selectivamente para regular el punto en el que la presión del agua de refrigeración en la galería de preválvula 34 contra el cuerpo de válvula 80 supera la presión combinada de la precarga del muelle y la presión elevada del vapor sobrecalentado contra el cuerpo de válvula 80. La precarga del
65

muelle se transfiere así al cuerpo de válvula 80 contra el asiento de válvula 44. La cantidad de fuerza de cierre lineal ejercida sobre el asiento de válvula 44 por el muelle de válvula 58 se ajusta mediante la posición axial de la tuerca de carga 64 a lo largo de la parte roscada del vástago de válvula 82. Aunque no se muestra, se contempla también que el conjunto de tobera 20 se puede equipar con características estructurales que se adapten a una interfaz con el elemento de válvula 78 de forma que sujete el elemento de válvula 78 contra la rotación durante el ajuste de la tuerca de carga 64, y se adapta además para impedir la rotación de la tuerca de carga 64 después del ajuste.

Durante el funcionamiento, un flujo de vapor sobrecalentado y de presión elevada pasa a través de la tubería de vapor 12, a la que se fija la carcasa de la tobera 22, como se muestra en la Figura 1. La línea de alimentación de agua de refrigeración 16 proporciona un suministro de agua de refrigeración al conjunto de tobera 20. La válvula de control 14 varía el flujo a través de la línea de alimentación de agua de refrigeración 16 para controlar la presión de agua en el conjunto de tobera 20. El agua de refrigeración que sale de la línea de alimentación de agua de refrigeración 16 pasa al interior de la cámara de carcasa 32 adyacente a la entrada de la carcasa 28. El agua de refrigeración fluye a través de los pasos de la carcasa 36 de la carcasa de tobera 22 y dentro de la galería de preválvula 34 adyacente a la salida de carcasa 30. Los pasos de carcasa 36 minimizan o eliminan la tendencia del agua de refrigeración a salir del conjunto de tobera 20 en un rociado a chorros. El agua de refrigeración en la galería de preválvula 34 se contiene contra el cuerpo de válvula 80 del elemento de válvula 78 cuando el elemento de válvula 78 está en la posición cerrada como se muestra en la Figura 2A.

Como se ha indicado anteriormente, el ajuste de la tuerca de carga 64 comprime el muelle de válvula 58 para aplicar una fuerza de compresión al cuerpo de válvula 80 contra el asiento de válvula 44. En este sentido, la precarga del muelle sirve para mantener inicialmente el elemento de válvula 78 en la posición cerrada, como se muestra en la Figura 2A. La cantidad de fuerza de cierre lineal ejercida sobre el asiento de válvula 44 por el muelle de válvula 58 se ajusta mediante la rotación de la tuerca de carga 64 a lo largo de la parte roscada externamente del vástago de válvula 82. La tuerca de carga 64 se puede ajustar selectivamente para regular el punto en el que la presión del agua de refrigeración en la galería de preválvula 34 contra el cuerpo de válvula 80 supera la presión combinada de la precarga del muelle y la presión elevada del vapor sobrecalentado que actúa contra las superficies interiores del elemento de válvula 78 definido por el cuerpo de válvula 80 del mismo.

Cuando la presión del agua de refrigeración contra el cuerpo de válvula 80 supera la presión combinada de la precarga del muelle y la elevada presión del vapor sobrecalentado, el cuerpo de válvula 80 se mueve a axialmente separándose el asiento de válvula 44, abriendo el espacio anular 56 como se muestra en la Figura 2B. El agua de refrigeración puede fluir entonces a través del espacio anular 56 y al interior de la tubería de vapor 12 que contiene el flujo de vapor sobrecalentado. Cuando la válvula de control 14 incrementa el flujo de agua a través de la línea de alimentación de agua de refrigeración 16 en respuesta a una señal del sensor de temperatura, tiene lugar un incremento en la presión del agua de refrigeración contra el cuerpo de válvula 80, forzando al cuerpo de válvula 80 a separarse más axialmente del asiento de válvula 44 e incrementando adicionalmente el tamaño del espacio anular 56. Esto a su vez permite que una cantidad mayor de agua de refrigeración pase a través del espacio anular 56 al interior del flujo de vapor sobrecalentado. Para el agua de refrigeración que fluye a lo largo de la superficie exterior cónica 88 del cono de tobera 86, el perfil curvado, elíptico de la superficie exterior 88, como se ha descrito anteriormente, crea un ángulo de deflexión que ayuda a optimizar las características del flujo del agua de refrigeración a través del espacio 56.

Como se ha explicado anteriormente, como resultado de los atributos estructurales y funcionales del elemento de válvula 78, los tamaños de las gotas de agua de refrigeración desde la lámina cónica que pasa sobre el elemento de válvula 78, se minimizan, mejorando de ese modo la absorción y la eficiencia de evaporación del agua de refrigeración dentro del flujo de vapor sobrecalentado, además de mejorar la distribución espacial del agua de refrigeración. En este sentido, el agua de refrigeración entra en la tubería de vapor 12 con un patrón en forma de cono de un patrón de rociado de neblina fina generalmente uniforme de gotas de agua muy pequeñas. El patrón de rociado de neblina uniforme asegura una mezcla global y uniforme del agua de refrigeración con el flujo de vapor sobrecalentado. El patrón de rociado uniforme minimiza también el área superficial del rociado de agua de refrigeración y por ello mejora la velocidad de evaporación del agua de refrigeración.

Con referencia ahora a las Figuras 7 y 8, se muestra un elemento de válvula 78a construido de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. El elemento de válvula 78a es sustancialmente similar en estructura y función al elemento de válvula 78 descrito anteriormente, solamente con las distinciones entre los elementos de válvula 78, 78a que se destacan a continuación.

La única distinción entre los elementos de válvula 78, 78a está en la superficie extrema exterior de cada uno de los nervios 96a en el elemento de válvula 78a que están escalonados con relación al borde inferior 92a del cono de tobera 86a del mismo. Esto es a diferencia del elemento de válvula 78 que es un perfil alineado en el que la superficie exterior del anillo de fractura 98, las superficies del extremo exterior de los nervios 96 y la superficie exterior 88 del cono de tobera 86 están sustancialmente enrasadas o continuas entre sí como se ha indicado anteriormente. Con el perfil escalonado, las superficies exteriores del anillo de fractura 98a y los nervios 96a, en tanto están sustancialmente enrasadas o continuas entre sí, están en un ángulo ligeramente agudo con relación a la superficie exterior 88a del cono de tobera 88 y por ello interceptan el cono de tobera 86a en un escalón 99a por

debajo del mismo como se muestra mejor en la Figura 8. El propósito de este perfil escalonado es generar un flujo laminar separado en caudales más bajos. En este sentido, en el elemento de válvula 78a, aunque el flujo laminar está aún dividido en el anillo de fractura 98a, el ángulo diferencial atribuible a la etapa 99a divide una parte del flujo radialmente hacia el exterior, incrementando así el área del cono del rociado. Por el contrario, con el perfil alineado descrito anteriormente en relación con el elemento de válvula 78, las superficies exteriores tangentes o continuas del anillo de fractura 98, los nervios 96 y el cono de tobera 86 se minimiza la interrupción del flujo laminar, especialmente con caudales de tobera bajos.

Con referencia ahora a las Figuras 9-13, se muestra un elemento de válvula 106 construido de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. El elemento de válvula 106 comprende un cuerpo de válvula 108 y un vástago de válvula alargado 110 que se fija de modo integral al cuerpo de válvula 108 y se extiende axialmente desde mismo. El vástago de válvula 110 tiene una configuración de sección transversal en general circular y define un extremo distal 112. Se contempla que una parte distal del vástago de válvula 110 que se extiende al extremo distal 112 del mismo, pueda estar roscada externamente con el propósito de facilitar la interfaz operativa del elemento de válvula 106 dentro del conjunto de tobera 20 descrito anteriormente. El vástago de válvula 110, como el vástago de válvula 82 del elemento de válvula 78, se dimensiona y configura para poder avanzar de modo deslizante a través del orificio del vástago de válvula 42 de la carcasa de tobera 22. En este sentido, el vástago de válvula 110 se dimensiona y configura para ser complementario del orificio del vástago de válvula 42 de modo que se proporcione un ajuste deslizante parcialmente entre ellos. Esto permite que el vástago de válvula 110, y por ello el elemento de válvula 106, puedan moverse alternativamente dentro del orificio del vástago de válvula 42 de modo que el elemento de válvula 106 se pueda mover entre las posiciones abierta y cerrada dentro del conjunto de tobera 20.

El cuerpo de válvula 108 del elemento de válvula 106 en sí mismo comprende un cono de tobera 114 que se conecta de modo integral al vástago de válvula 110 y define una superficie exterior 116 que se conforma específicamente para tener perfil curvado, elíptico según se extiende a lo largo del eje del elemento de válvula 106. Además de la superficie exterior 116, el cono de tobera 114 define una superficie inferior 118 rodeada por un borde inferior 120 en general circular, periférico. Formado integralmente sobre la superficie inferior 118 del cono de tobera 114 hay un núcleo circular 122, en general cilíndrico. Conectado integralmente al núcleo 122 hay una pluralidad de (por ejemplo cuatro) nervios 124. Los nervios 124 sobresalen radialmente hacia el exterior desde el núcleo 122 y se separan de modo equidistante a intervalos de aproximadamente 90°. Conectado integralmente al extremo distal de cada uno de los nervios 124 hay un anillo de fractura 126 en general circular o anular.

En el elemento de válvula 106, el anillo de fractura 126 del cuerpo de válvula 108 se dispone en una relación de separación con el borde inferior periférico 120 del cono de tobera 114 que, como se ha indicado anteriormente, rodea la superficie inferior 118 del mismo. El anillo de fractura 126 tiene también preferiblemente una configuración de sección transversal de cuña en delta como se muestra en las Figuras 12 y 13, con el vértice de tal cuña definiendo un borde superior 128 del anillo de fractura 126, interceptando tal borde superior 128 preferiblemente la línea tangente desde el borde inferior 120 del cono de tobera 114. De modo similar, como se ve mejor en la Figura 12, cada uno de los nervios 124 tiene preferiblemente una configuración de sección transversal de cuña en delta, definiendo la forma de cada nervio 124 un borde inferior 130 del mismo que se dirige separándose del cono de tobera 114. En el elemento de válvula 106, el vértice del borde inferior 130 de cada uno de los nervios 124 continúa hacia el interior hacia el eje del elemento de válvula 106, hasta que los nervios 124 se conectan finalmente al núcleo 122 descrito anteriormente formado sobre la superficie inferior 118 del cono de tobera 114.

En el cuerpo de válvula 108 del elemento de válvula 106, el anillo de fractura 126 se dispone en una relación de separación con el cono de tobera 114, en particular el borde inferior 120 del mismo. Como resultado, se define un canal o espacio continuo 132 entre el cono de tobera 114 y el anillo de fractura 126, y más particularmente entre el borde inferior 120 del cono de tobera 114 y el borde superior 128 del anillo de fractura 126. El borde superior 128 del anillo de fractura 126 es agudo para cortar el flujo laminar que sale de la superficie exterior 116 del cono de tobera 114, siendo importante tal borde agudo para reducir los tamaños de las gotas desde el elemento de válvula 106 si está integrado dentro del conjunto de tobera 20.

En el elemento de válvula 106, la conexión integral de los nervios 124 al núcleo 122 mejora significativamente la resistencia mecánica de los nervios 124 y el anillo de fractura 126 conectado de modo integral a los nervios 124. Adicionalmente, las superficies internas del cuerpo de válvula 108 definidas por los nervios 124, el anillo de fractura 126, el núcleo 122 y el cono de tobera 114 se forman cada una preferiblemente de modo que el agua de refrigeración que fluye a través del elemento de válvula 106 no está expuesto a ninguna esquina o intersección cuadrada, cuya eliminación ayuda a impedir la formación de venas en el flujo laminar que sale del elemento de válvula 106.

La fijación operativa del elemento de válvula 106 al resto del conjunto de tobera 20 tiene lugar de la misma forma descrita anteriormente con relación a la interfaz del elemento de válvula 78 dentro del resto del conjunto de tobera 20. La superficie exterior 116 del cono de tobera 114 se configura adicionalmente de modo que su semiángulo difiere del semiángulo del asiento de válvula 44 según sea necesario para facilitar el acoplamiento de sellado prescrito entre el elemento de válvula 106 y la carcasa de tobera 22 cuando el elemento de válvula 106 está en la

5 posición cerrada. Si el elemento de válvula 106 se sustituye por el elemento de válvula 78 y se actúa hacia la posición abierta similar a la mostrada en la Figura 2B, la combinación del asiento de válvula cónico 44 de la superficie exterior cónica 116 del cono de tobera 114 es efectiva para inducir un patrón de rociado cónico para el agua de refrigeración que está saliendo del espacio anular 56. Según la película de agua de refrigeración fluye a lo largo de la superficie exterior 116 del cono de tobera 114 del cuerpo de válvula 108, el incremento gradual del diámetro del cono de tobera 114 atribuible a su forma cónica es operativo para reducir gradualmente el grosor de la lámina de agua de refrigeración, facilitando así una reducción inicial del tamaño de las gotas en el patrón de rociado cónico. Adicionalmente, la separación entre el anillo de fractura 126 del cono de tobera 114 sirve para separar temporalmente el patrón de rociado cónico o lámina del agua de refrigeración del elemento de válvula 106. Cuando el patrón de rociado cónico o lámina impacta con el borde superior 128 del anillo de fractura 126, el borde superior 128 del anillo de fractura 126 divide la lámina cónica de agua de refrigeración, proporcionando así una segunda etapa de atomización similar a la descrita con relación al elemento de válvula 78. De este modo, los atributos estructurales y funcionales del elemento de válvula 106 reducen efectivamente el tamaño de gotas de agua de refrigeración a un mínimo, mejorando así la absorción y la eficiencia de evaporación del agua de refrigeración dentro del flujo de vapor sobrecalentado, además de mejorar la distribución espacial del agua de refrigeración.

10 La descripción proporciona realizaciones de ejemplo de la presente invención. El alcance de la presente invención no está limitado por estas realizaciones de ejemplo. Se pueden implementar numerosas variaciones, tanto proporcionadas explícitamente por la especificación como implícitas en la especificación, tales como variaciones en la estructura, dimensión, tipo de material y proceso de fabricación, por un experto en la materia a la vista de esta descripción.

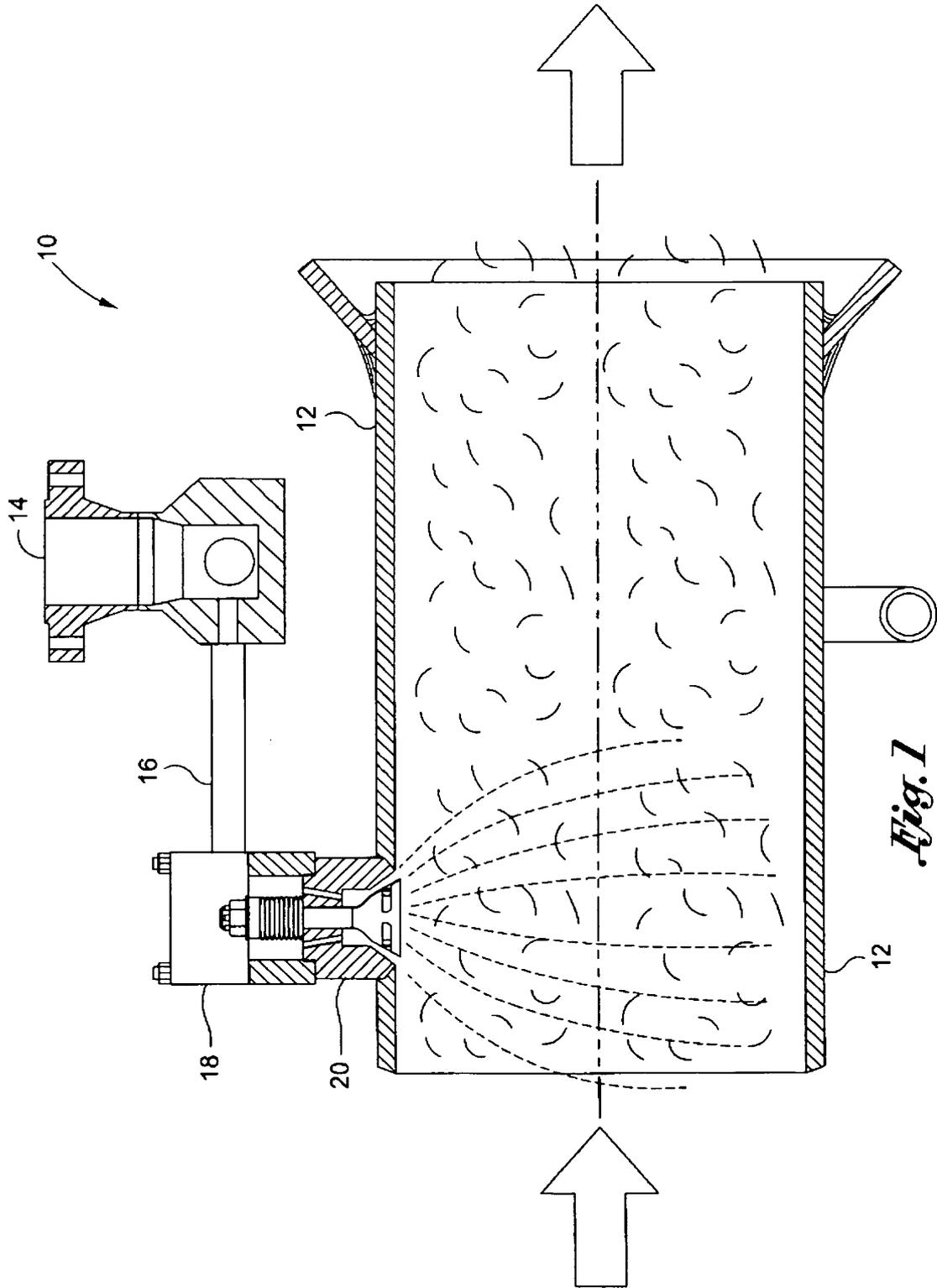
REIVINDICACIONES

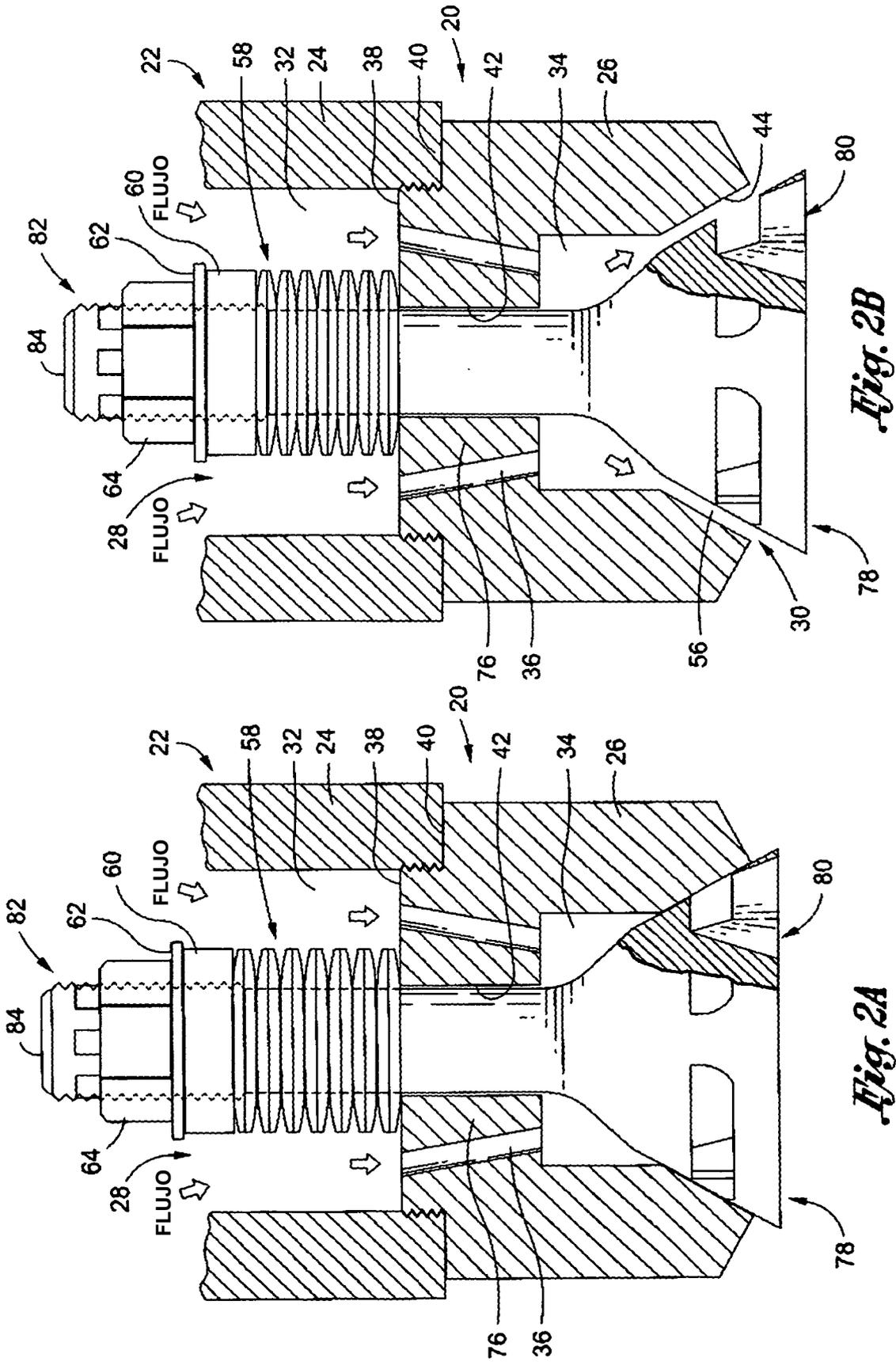
1. Un elemento de válvula (78) para la integración en un conjunto de tobera (20), comprendiendo el elemento de válvula: un cuerpo de válvula generalmente cónico (80); y un vástago de válvula alargada (82) conectado de modo integral a, y extendiéndose axialmente desde, el cuerpo de válvula (80) a lo largo de un eje del elemento de válvula; en el que el cuerpo de válvula (80) comprende: un cono de tobera (86) que define una superficie exterior (88) y una superficie inferior (90) que está rodeada por un borde inferior periférico (92); un núcleo (94) conectado de modo integral a la superficie inferior (90) del cono de tobera; al menos un nervio (96) conectado de modo integral al núcleo (94) y un anillo de fractura (98) conectado de modo integral al nervio (96) y dispuesto en una relación de separación con el cono de tobera (86),
caracterizado por la superficie exterior (88) del cono de tobera (86) que tiene un perfil generalmente elíptico según se extiende desde el vástago de válvula (82) hacia el borde inferior (92).
2. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 1 en el que el al menos un nervio (96) comprende una pluralidad de nervios conectados de modo integral al núcleo (94), estando conectado el anillo de fractura (98) a cada uno de los nervios (96).
3. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 2 en el que el núcleo (94) tiene una configuración generalmente cuadrangular y se conectan de modo integral cuatro nervios (96) a, y sobresalen desde las cuatro zonas de esquina respectivas, definidas por el núcleo (94).
4. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 2 en el que el núcleo (94) tiene una configuración generalmente cilíndrica, y se conectan de modo integral cuatro nervios (96) a, y se extienden radialmente hacia el exterior desde, el núcleo (94), preferiblemente los nervios (96) se disponen a intervalos separados de modo equidistante de aproximadamente 90°.
5. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 2 en el que cada uno de los nervios (96) se conecta adicionalmente de modo integral a la superficie inferior (90) del cono de tobera (86).
6. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 2 en el que cada uno de los nervios (96) tiene una configuración de sección transversal con forma de cuña en general y define un vértice inferior que se dirige separándose del cono de tobera.
7. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 2 en el que cada uno de los nervios (96) define una superficie extrema exterior (88) que es sustancialmente continua con la superficie del cono de tobera (86).
8. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 7 en el que la superficie del extremo exterior (88) de cada uno de los nervios (96) está separada del borde inferior (92) del cono de tobera (86) mediante un escalón que se define por una parte periférica de la superficie inferior (90) del cono de tobera (86); o en el que el anillo de fractura (98) define una superficie exterior (88) que está sustancialmente enrasada con la superficie del extremo exterior (88) de cada uno de los nervios (96).
9. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 1 en el que el anillo de fractura (98) tiene una configuración de sección transversal con forma de cuña en general y define un vértice superior que se dirige hacia, y se dispone en una relación separada con, el borde inferior (92) del cono de tobera (86); preferiblemente el borde inferior (92) del cono de tobera (86), el vértice superior del anillo de fractura y los nervios definen colectivamente una pluralidad de ventanas dispuestas dentro del cuerpo de válvula.
10. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 1 en el que el al menos un nervio (96) conectado de modo integral al núcleo (94) define una superficie extrema exterior (88) que es sustancialmente continua con la superficie exterior (88) del cono de tobera (86); y en el que el anillo de fractura (98) tiene una superficie exterior (88) que es sustancialmente continua con la superficie del extremo exterior (88) del nervio (96).
11. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 10 en el que el núcleo (94) tiene una configuración cuadrangular en general, y se conectan de modo integral cuatro nervios (96) a, y sobresalen desde las cuatro zonas de esquina respectivas definidas por, el núcleo (94).
12. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 11 en el que cada uno de los nervios (96) se conecta de modo integral adicionalmente a la superficie inferior (90) del cono de tobera (86).
13. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 11 en el que cada uno de los nervios (96) tiene una configuración de sección transversal con forma de cuña en general y define un vértice inferior que se dirige separándose del cono de tobera (86).
14. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 13 en el que el anillo de fractura (98) tiene una configuración de sección transversal con forma de cuña en general y define un vértice superior que se dirige hacia, y

se dispone en una relación de separación con, el borde inferior (92) del cono de tobera; preferiblemente el borde inferior (92) del cono de tobera, el vértice superior del anillo de fractura y los nervios definen colectivamente una pluralidad de ventanas dispuestas dentro del cuerpo de válvula.

- 5 15. El elemento de válvula de acuerdo con la Reivindicación 1, en el que el al menos un nervio conectado de modo integral al núcleo (94) define una superficie extrema exterior (88) que se separa del borde inferior (92) del cono de tobera por un escalón que se define por una parte periférica de la superficie inferior del cono de tobera; y en el que el anillo de fractura (98) tiene una superficie exterior (88) que es sustancialmente continua con la superficie del extremo exterior (88) del nervio.

10





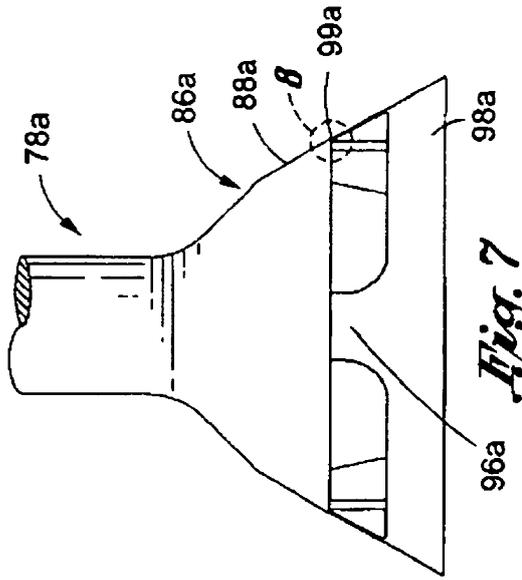


Fig. 7

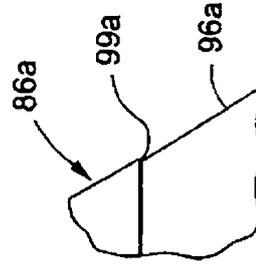


Fig. 8

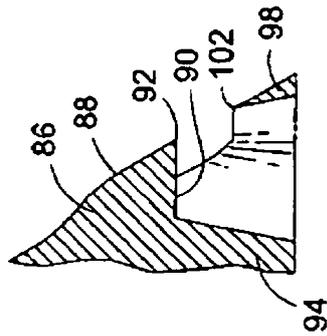


Fig. 5

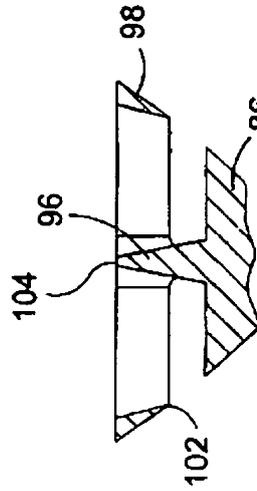


Fig. 6

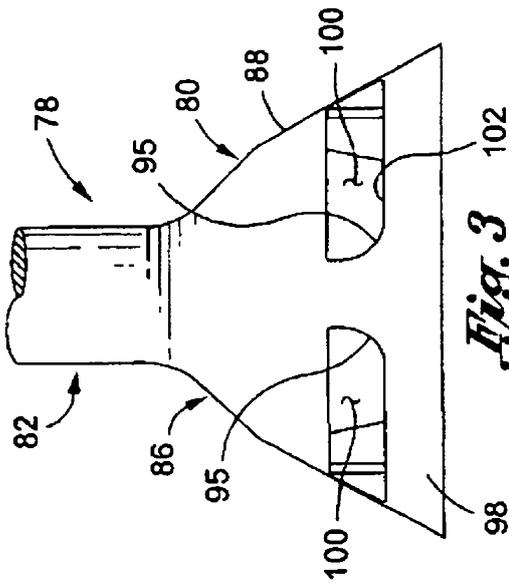


Fig. 3

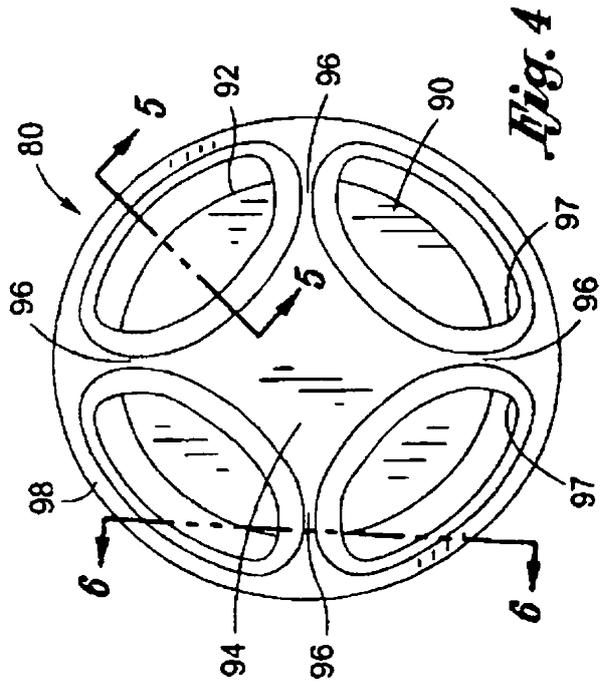


Fig. 4

