

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 417**

51 Int. Cl.:

**F23R 3/28**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2014** E 14197564 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017** EP 2899466

54 Título: **Método para reparar un inyector de combustible de haz de tubos**

30 Prioridad:

**13.12.2013 US 201314105353**

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

**14.07.2017**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)  
1 River Road  
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**MEANS, GREGORY SCOTT;  
WOODS, STEVEN CHARLES;  
BELLINO, MARK CARMINE;  
MONAGHAN, JAMES CHRISTOPHER;  
BERRY, JONATHAN DWIGHT y  
RILEY, PATRICK**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 624 417 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**

Método para reparar un inyector de combustible de haz de tubos

**CAMPO DE LA INVENCIÓN**

5 La presente invención implica generalmente un inyector de combustible de haz de tubos tal como puede ser incorporado a un cámara de combustión de una turbina de gas u otra turbomáquina. Específicamente, la invención se refiere a un método para reparar un tubo de mezclado previo del inyector de combustible de haz de tubos.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

10 Las turbinas de gas son ampliamente utilizadas en operaciones industriales y de generación de energía. Una turbina de gas típica puede incluir una sección de compresor, una sección de combustión dispuesta aguas abajo de la sección de compresor, y una sección de turbina dispuesta aguas abajo de la sección de combustión. Un fluido de trabajo tal como aire ambiente circula a la sección de compresor donde es comprimido progresivamente antes de fluir a la sección de combustión. El fluido de trabajo comprimido es mezclado con un combustible y quemado dentro de una o más cámaras de combustión de la sección de combustión para generar gases de combustión que tienen una elevada temperatura, presión y velocidad. Los gases de combustión circulan desde las cámaras de combustión y se expanden a través de la  
15 sección de turbina para producir una impulsión y/o para hacer girar un árbol, produciendo así trabajo.

Las cámaras de combustión pueden estar dispuestas de forma angular entre la sección de compresor y la sección de turbina. En un diseño de cámara de combustión particular, las cámaras de combustión incluyen uno o más inyectores de combustible de haz de tubos que se extienden axialmente que se extiende aguas abajo desde una tapa de extremidad.

20 El inyector de combustible de haz de tubos incluye generalmente una pluralidad de tubos de mezclado previo dispuestos radial y circunferencialmente a través del inyector de combustible de haz de tubos. Los tubos de mezclado previo se extienden generalmente paralelos entre sí. Una cubierta exterior se extiende circunferencialmente alrededor de los tubos de mezclado previo aguas abajo de un módulo de distribución de combustible del inyector de combustible de haz de tubos. Una placa posterior se extiende radial y circunferencia mente a través de una extremidad aguas abajo de la cubierta exterior adyacente a una cámara o zona de combustión definida dentro de la cámara de combustión. Una  
25 cámara de sobrepresión de aire de refrigeración o de purga está al menos definida parcialmente dentro de la cubierta exterior entre el múltiple de distribución de combustible y la placa posterior. En un inyector de combustible de haz de tubos convencional, una parte de aguas abajo o de extremidad de cada tubo de mezclado previo se extiende a través de la placa posterior de tal modo que una salida de cada tubo está aguas abajo de una superficie lateral caliente de la placa posterior, proporcionando así medios para una comunicación fluida a la cámara o zona de combustión.

30 Cada uno de los tubos de mezclado previo se extiende en general axialmente a través del módulo de distribución de combustible y de la cámara de sobrepresión de aire de refrigeración. El fluido de trabajo comprimido es encaminado a través de entradas de cada uno de los tubos de mezclado previo paralelos aguas arriba del módulo de distribución de combustible. El combustible es suministrado a la cámara de sobrepresión de combustible a través del conducto de fluido y el combustible es inyectado en los tubos de mezclado previo a través de uno o más puertos u orificios de combustible  
35 definidos dentro de cada uno de los tubos de mezclado previo. El combustible y el fluido de trabajo comprimido se mezclan dentro de los tubos de mezclado previo antes de que fluir fuera de la salida que está definida en la parte de aguas abajo o de extremidad de cada uno de los tubos de mezclado previos y a la cámara o zona de combustión para su combustión.

40 Durante el funcionamiento del cámara de combustión, la parte de aguas abajo o de extremidad de los tubos de mezclado previo está expuesta a temperaturas extremas debido a su proximidad a la cámara de combustión y/o a la llama de combustión. A lo largo del tiempo, la parte de extremidad de aguas abajo de los tubos de mezclado previo se degrada debido a las sollicitaciones térmicas, requiriendo así una inspección programada y en algunos casos una reparación o renovación de los inyectores de combustible de haz de tubos. Por ello, sería útil un método para reparar el inyector de combustible de haz de tubos, particularmente los tubos de mezclado previo.

45 El documento US 2013/298368 describe un método para modificar un inyector de turbina de gas que incluye retirar un primer miembro tubular del inyector de turbina de gas, reemplazar el primer miembro tubular con un segundo miembro tubular, teniendo el segundo miembro tubular un eje central e incluyendo un labio circunferencial que se extiende radialmente desde el eje central. Un haz láser es orientado al labio circunferencial de modo que el haz láser forme un ángulo agudo con el eje central, y, el segundo miembro tubular es soldado por láser al inyector de la turbina de gas en el  
50 ángulo agudo, de tal manera que al menos una parte del labio circunferencial sea consumida para formar al menos una parte de la soldadura resultante.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN**

Se han expuesto a continuación aspectos y ventajas en la siguiente descripción, o pueden ser obvios a partir de la descripción, o pueden ser aprendidos mediante la puesta en práctica de la invención.

La presente invención reside en un método para reparar un inyector de combustible de haz de tubos como se ha definido en las reivindicaciones adjuntas.

Los expertos en la técnica apreciará mejor las características y aspectos de tales realizaciones, y otras, al revisar esta memoria.

## 5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Una descripción completa y facilitadora de la presente invención, incluyendo su mejor modo para un experto en la técnica, es expuesta más particularmente en el resto de la memoria, incluyendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

10 La fig. 1 proporciona un diagrama de bloques funcional de una turbina de gas ejemplar que puede incorporar distintas realizaciones de la presente invención;

La fig. 2 es una vista lateral en sección transversal simplificada de un cámara de combustión ejemplar que puede incorporar distintas realizaciones de la presente invención;

La fig. 3 es una vista en perspectiva en sección transversal de un inyector de combustible de haz de tubos ejemplar de acuerdo con una realización de la presente invención;

15 La fig. 4 es una vista lateral en sección transversal ampliada de una parte del inyector de combustible de haz de tubos como se ha mostrado en la fig. 3 que incluye una punta de tubo, de acuerdo con distintas realizaciones de la presente invención;

La fig. 5 es una vista en sección transversal ampliada de una punta de tubo ejemplar y un tubo de mezclado previo correspondiente como se ha mostrado en la fig. 4, de acuerdo con una realización de la presente invención;

20 La fig. 6 es una vista lateral ampliada de la punta del tubo ejemplar mostrada en la fig. 5, conectado de modo fijo al tubo de mezclado previo;

La fig. 7 es una vista en sección transversal ampliada de una punta de tubo ejemplar y un tubo de mezclado previo correspondiente como se ha mostrado en la fig. 4, de acuerdo con una realización de la presente invención;

25 La fig. 8 es una vista lateral ampliada de la punta de tubo ejemplar mostrada en la fig. 7, conectada de modo fijo al tubo de mezclado previo;

La fig. 9 es una vista lateral en sección transversal ampliada de una parte del inyector de combustible de haz de tubos como se ha mostrado en la fig. 3 que incluye una punta de tubo, de acuerdo con distintas realizaciones de la presente invención;

30 La fig. 10 es una vista en sección transversal ampliada de una punta de tubo ejemplar y un tubo de mezclado previo correspondiente como se ha mostrado en la fig. 9, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La fig. 11 es una vista lateral ampliada de la punta de tubo ejemplar mostrada en la fig. 10, conectada de modo fijo al tubo de mezclado previo;

La fig. 12 es una vista en sección transversal ampliada de una punta de tubo ejemplar y un tubo de mezclado previo correspondiente como se ha mostrado en la fig. 9, de acuerdo con una realización de la presente invención;

35 La fig. 13 es una vista lateral ampliada de la punta de tubo ejemplar mostrada en la fig. 12, conectada de modo fijo al tubo de mezclado previo;

La fig. 14 es una vista lateral en sección transversal ampliada de una parte del inyector de combustible de haz de tubos como se ha mostrado en la fig. 3 que incluye una punta de tubo, de acuerdo con distintas realizaciones de la presente invención;

40 La fig. 15 es una vista en sección transversal ampliada de una punta de tubo de ejemplar y un tubo de mezclado previo correspondiente como se ha mostrado en la fig. 14, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La fig. 16 es una vista lateral ampliada de la punta de tubo ejemplar mostrada en la fig. 15, conectada de modo fijo al tubo de mezclado previo;

45 La fig. 17 es una vista en sección transversal ampliada de una punta de tubo ejemplar y un tubo de mezclado previo correspondiente como se ha mostrado en la fig. 14, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La fig. 18 es una vista lateral ampliada de la punta de tubo ejemplar mostrada en la fig. 17, conectada de modo fijo al tubo de mezclado previo;

La fig. 19 es un diagrama de bloques de un método ejemplar para reparar los tubos de mezclado previo del inyector de combustible de haz de tubos, de acuerdo con una realización de la presente descripción;

La fig. 20 es una vista en perspectiva parcialmente despiezada de forma ordenada del inyector de combustible de haz de tubos como se ha mostrado en la fig. 3, de acuerdo con una realización de la presente invención;

5 La fig. 21 es una vista lateral del inyector de combustible de haz de tubos como se ha mostrado en la fig. 3 con tubos de mezclado previo expuestos, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La fig. 22 es un diagrama de bloques de un método ejemplar para reparar los tubos de mezclado previo del inyector de combustible de haz de tubos, de acuerdo con una realización de la presente descripción; y

10 La fig. 23 es un diagrama de bloques de un método ejemplar para reparar los tubos de mezclado previo del inyector de combustible de haz de tubos, de acuerdo con la realización de la presente descripción.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Se hará ahora referencia en detalle a realizaciones actuales de la invención, uno o más de cuyos ejemplos están ilustrados en los dibujos adjuntos. La descripción detallada utiliza designaciones numéricas y letras para referirse a características en los dibujos. Designaciones parecidas o similares en los dibujos y en la descripción han sido utilizadas para referirse a partes parecidas o similares de la invención. Como se han utilizado aquí, los términos "primero", "segundo", y "tercero" pueden ser utilizados de forma intercambiable para distinguir un componente de otro y no están destinados a significar ubicación o importancia de los componentes individuales. Los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" se refieren a la dirección relativa con respecto a la circulación de fluido en un trayecto de fluido. Por ejemplo, "aguas arriba" se refiere a la dirección desde la que circula el fluido, y "aguas abajo" se refiere a la dirección a la que circula el fluido. El término "radialmente" se refiere a la dirección relativa que es sustancialmente perpendicular a una línea central axial de un componente particular, y el término "axialmente" se refiere a la dirección relativa que es sustancialmente paralela a una línea central axial de un componente particular.

Aunque se describirán realizaciones ejemplares de la presente invención generalmente en el contexto de un inyector de combustible de haz de tubos incorporado a un cámara de combustión de una turbina de gas con propósitos de ilustración, un experto en la técnica apreciará fácilmente que la realizaciones de la presente invención pueden ser aplicadas a cualquier cámara de combustión incorporada en cualquier turbomáquina y no están limitadas a una cámara de combustión de turbina de gas a menos que se haya citado específicamente en las reivindicaciones.

Con referencia ahora a los dibujos, en donde números idénticos indican los mismos elementos a lo largo de todas las figuras, la fig. 1 proporciona un diagrama de bloques funcional de una turbina de gas 10 ejemplar que puede incorporar distintas realizaciones de la presente invención. Como se ha mostrado, la turbina de gas 10 incluye generalmente una sección de entrada 12 que puede incluir una serie de filtros, serpentines de refrigeración, separadores de humedad, y/u otros dispositivos para purificar y acondicionar de otro modo un fluido de trabajo (por ejemplo aire) 14 que entra en la turbina de gas 10. El fluido de trabajo 14 fluye a una sección de compresor donde un compresor 16 imparte energía cinética de manera progresiva al fluido de trabajo 14 para producir un fluido de trabajo 18 comprimido.

El fluido de trabajo 18 comprimido es mezclado con un combustible 20 procedente de una fuente 22 de combustible tal como una base deslizante de combustible para formar una mezcla de combustible dentro de una o más cámaras de combustión 24. La mezcla de combustible es quemada para producir gases 26 de combustión que tienen una elevada temperatura, presión y velocidad. Los gases 26 de combustión fluyen a través de una turbina 28 de una sección de turbina para producir trabajo. Por ejemplo, la turbina 28 puede estar conectada a un árbol 30 de modo que la rotación de la turbina 28 accione el compresor 16 para producir el fluido de trabajo 18 comprimido. Alternativamente o además, el árbol 30 puede conectar la turbina 28 a un generador 32 para producir electricidad. Los gases de escape 34 procedentes de la turbina 28 fluyen a través de una sección de escape 36 que conecta la turbina 28 a una chimenea de escape 38 aguas abajo de la turbina 28. La sección de escape 36 puede incluir, por ejemplo, un generador de vapor de recuperación de calor (no mostrado) para limpiar y extraer el calor adicional de los gases de escape 34 antes de liberarlos al ambiente.

La fig. 2 proporciona una sección transversal simplificada de un cámara de combustión 24 ejemplar que puede incorporar un inyector 40 de combustible de haz de tubos configurado de acuerdo al menos con una realización de la presente descripción. Como se ha mostrado, la cámara de combustión 24 está al menos parcialmente rodeada por una cubierta exterior 42. La cubierta exterior 42 al menos parcialmente forma una cámara de sobrepresión 44 de alta presión alrededor de la cámara de combustión 24. La cámara de sobrepresión 44 de alta presión puede estar en comunicación fluida con el compresor 16 u otra fuente para suministrar el fluido de trabajo 18 comprimido a la cámara de combustión 24. En una configuración, una cubierta de extremidad 48 está acoplada a la cubierta exterior 42. La tapa de extremidad 48 puede estar en comunicación fluida con el suministro 22 de combustible.

El inyector 40 de combustible de haz de tubos se extiende aguas abajo desde la tapa de extremidad 48. El inyector 40 de combustible de haz de tubos puede estar conectado de manera fluida a la tapa de extremidad 48 de modo que reciba el combustible desde el suministro 22 de combustible. Por ejemplo, un conducto 52 de fluido puede proporcionar una

comunicación fluida entre la tapa de extremidad 48 y/o el suministro 22 de combustible y el inyector 40 de combustible de haz de tubos. Un extremo de un revestimiento o forro anular 54 tal como un revestimiento de combustión y/o un conducto de transición rodea una extremidad 56 aguas abajo del inyector 40 de combustible de haz de tubos de modo que al menos parcialmente defina una cámara de combustión 58 dentro de la cámara de combustión 24. El revestimiento 54 define al menos parcialmente un trayecto 60 de gas caliente para dirigir los gases de combustión 26 desde la cámara de combustión 58 a través de la cámara de combustión 24. Por ejemplo, el trayecto 60 de gas caliente puede estar configurado para encaminar los gases de combustión 26 hacia la turbina 28 y/o la sección de escape.

En funcionamiento, el fluido de trabajo 18 comprimido es encaminado hacia la tapa de extremidad 48 donde invierte el sentido y fluye a través de uno o más de los inyectores 40 de combustible de haz de tubos. El combustible 20 es proporcionado al inyector 40 de combustible de haz de tubos y el combustible 20 y el fluido de trabajo 18 comprimido son mezclados previamente o combinados dentro del inyector 40 de combustible de haz de tubos antes de ser inyectados a una cámara de combustión 58 para su combustión.

La fig. 3 es una vista en perspectiva de sección transversal de un inyector 100 de combustible de haz tubular ejemplar denominado aquí como un "inyector de combustible" que puede ser incorporado a la cámara de combustión 24 como se ha descrito en la fig. 2, de acuerdo con distintas realizaciones de la presente descripción. Como se ha mostrado, el inyector 100 de combustible incluye generalmente un módulo 102 de distribución de combustible que está en comunicación fluida con el conducto 52 de fluido. En realizaciones particulares, el módulo 102 de distribución de combustible incluye una placa 104 aguas arriba que está axialmente separada de una placa 106 aguas abajo. Las placas 104, 106 de aguas arriba y aguas abajo se extienden generalmente de forma radial y circunferencial dentro del inyector 100 de combustible. Una banda exterior 108 rodea circunferencialmente y se extiende axialmente entre las placas 104, 106 de aguas arriba y aguas abajo. La banda exterior 108 puede extenderse axialmente más allá de una o ambas de las placas 104, 106 de aguas arriba y de aguas abajo. Una cámara de sobrepresión 110 de combustible puede estar al menos parcialmente definida entre las placas 104, 106 de aguas arriba y aguas abajo y la banda exterior 108. El conducto 52 de fluido proporciona una comunicación fluida entre el suministro 22 de combustible (fig. 2) y la cámara de sobrepresión 110 de combustible.

En configuraciones particulares, una placa posterior 112 está dispuesta en una extremidad 114 de aguas abajo o posterior del inyector 100 de combustible. La placa posterior 112 se extiende radialmente hacia fuera y circunferencialmente a través de la extremidad posterior 114 con respecto a una línea central axial 116 del inyector 100 de combustible. La placa posterior 112 define al menos parcialmente una pluralidad de pasos 118 de punta de tubo que se extienden generalmente de forma axial a través de la placa posterior 112.

En realizaciones particulares, una placa de impacto 120 está dispuesta aguas arriba de la placa posterior 112. La placa de impacto 120 puede ser soldada, soldada con soldadura fuerte o acoplada de otro modo a la placa posterior 112. La placa posterior 112 y/o la placa de impacto 120 pueden definir al menos parcialmente un paso 122 de cartucho que se extiende de forma general axialmente a su través. Un cartucho de fluido o boquilla de combustible 124 puede ser acoplado a la placa posterior 112 en el paso 122 de boquilla central. Una cubierta exterior 126 puede extenderse generalmente de forma tal entre el módulo 102 de distribución de combustible y la placa posterior 112. La cubierta exterior 126 puede ser acoplada a la placa posterior 112 y/o al módulo 102 de distribución de combustible mediante soldadura, soldadura fuerte, sujetadores mecánicos o mediante cualesquiera medios adecuados para el entorno de funcionamiento del inyector 100 de combustible.

Como se ha mostrado en la fig. 3, el inyector 100 de combustible incluye un haz de tubos 128 de mezclado previo. El haz de tubos 128 de mezclado previo comprende una pluralidad de tubos 130 de mezclado previo que se extienden generalmente paralelos entre sí a lo largo o paralelos a la línea central axial 116 del inyector 100 de combustible. Los tubos 130 de mezclado previo se extienden aguas abajo desde la cámara de sobrepresión 110 de combustible hacia la placa posterior 112 y/o a la cámara de combustión 58 (fig. 2). Una parte de los tubos 130 de mezclado previo se extiende a través de la cámara de sobrepresión 110 de combustible.

Los tubos 130 de mezclado previo pueden ser formados a partir de un único tubo continuo o pueden ser formados a partir de dos o más tubos alineados coaxialmente unidos juntos de forma fija. Aunque generalmente ilustrados como cilíndricos, los tubos 130 de mezclado previo pueden tener cualquier forma geométrica, y la presente invención no está limitada a ninguna sección transversal particular a menos que se cite específicamente en las reivindicaciones. Además, los tubos 130 de mezclado previo pueden ser agrupados o dispuestos en formas circular, triangular, cuadrada u otras formas geométricas, y pueden estar dispuestos en distintos números y geometrías.

En una realización, cada tubo 130 de mezclado previo está alineado generalmente con un paso 118 de punta de tubo correspondiente. En una realización, los tubos 130 de mezclado previo están dispuestos en múltiples filas 132. Cada fila 132 puede incluir una o más de los tubos 130 de mezclado previo. En una realización, cada fila 132 está radialmente espaciada con respecto a la línea central axial 116 desde una fila adyacente 132. Los tubos 130 de mezclado previo de al menos alguna de las filas 132 pueden estar dispuestos de manera anular alrededor de la línea central axial 116. Los tubos 130 de mezclado previo de cada fila 132 pueden estar dispuestos generalmente de forma circunferencial y radial a través del inyector 100 de combustible con respecto a una línea central axial de la cámara de combustión 24 y/o de la línea central axial 116 del inyector 100 de combustible.

Un tubo 130 de mezclado previo ejemplar, como se ha mostrado en la fig. 3, incluye generalmente una entrada 134 definida aguas arriba desde la cámara de sobrepresión 110 de combustible y/o la placa 104 de aguas arriba. La entrada 134 puede estar en comunicación fluida con la cámara de sobrepresión 44 de alta presión y/o el compresor 16. Una parte 136 de aguas abajo o de extremidad está definida aguas debajo de la cámara de sobrepresión 110 de combustible. Una superficie de 138 que se extiende radialmente está definida entre un diámetro interior y exterior del tubo 130 de mezclado previo en una extremidad distal de la parte de extremidad 136. Uno o más puertos 140 de combustible pueden proporcionar comunicación fluida entre el cámara de sobrepresión 110 de combustible y un paso 142 de mezclado previo correspondiente dentro de los tubos 130 de mezclado previo.

La fig. 4 es una vista lateral en sección transversal ampliada de una parte del inyector 100 de combustible como se ha mostrado en la fig. 3, de acuerdo con distintas realizaciones de la presente descripción. En distintas realizaciones, como se ha mostrado en la fig. 4, una punta 200 del tubo está conectada de modo fijo a la parte de extremidad 136 de un tubo 130 de mezclado previo correspondiente. En realizaciones particulares, la punta 200 de tubo puede comprender aleaciones de alta temperatura que no son similares a un material que forma el tubo de mezclado previo correspondiente. Por ejemplo, la punta 200 de tubo puede comprender al menos una aleación de níquel, cobalto, cromo, molibdeno o acero inoxidable. En realizaciones particulares, el inyector 100 de combustible puede incluir una pluralidad de puntas 200 de tubo en una o más configuraciones, como se ha descrito a continuación, acopladas cada una a una parte de extremidad 136 correspondiente de un tubo 130 de mezclado previo correspondiente.

En una realización, como se ha mostrado en la fig. 4, una punta 210 de tubo ejemplar comprende una extremidad de acoplamiento 212, una extremidad 214 de salida opuesta y una parte 216 de mezclado previo que se extiende entre ellas. En una realización, la extremidad de salida 214 se extiende axialmente a través de un paso 118 de punta de tubo correspondiente de la placa posterior 112. Como se ha detallado en las figs. 5 y 6, la extremidad de acoplamiento 212 de la punta 210 de tubo define un enchufe 218. El enchufe 218 está configurado para recibir una parte de la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo correspondiente. Por ejemplo, el enchufe 218 tiene generalmente un diámetro interior que es mayor que un diámetro exterior de la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo. El enchufe 218 también se extiende axialmente a través de la parte de extremidad 136 con respecto a una línea central axial del tubo 130 de mezclado previo y/o de la punta 210 de tubo. La punta 210 de tubo puede ser conectada de modo fijo al tubo 130 de mezclado previo mediante soldadura dura, soldadura, revestimiento adhesivo o por cualesquiera medios y/o proceso adecuados para unir los dos componentes.

En una realización, como se ha mostrado en la fig. 4, la parte de extremidad 136 de un tubo 130 de mezclado previo correspondiente se extiende a través de un paso 118 de punta de tubo correspondiente. En esta realización, como se ha mostrado en las figs. 4, 7 y 8, una punta 220 de tubo ejemplar se extiende circunferencialmente alrededor y axialmente a lo largo de la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo, formando por ello un collarín o manguito alrededor de la parte de extremidad 136. La punta 220 de tubo puede ser conectada de manera fija al tubo 130 de mezclado previo mediante soldadura dura, soldadura, revestimiento adhesivo o cualesquiera medios o proceso adecuado para unir los dos componentes. La punta 220 de tubo puede extenderse a través de la placa posterior 112 y/o de la placa de impacto 120.

En una realización, como se ha ilustrado en las figs. 7 y 8, la punta 220 de tubo se extiende radialmente hacia dentro con respecto a una línea central axial del tubo 130 de mezclado previo a través de la superficie 138 que se extiende radialmente del tubo 130 de mezclado previo, protegiendo térmicamente por ello la superficie 138 que se extiende radialmente del tubo 130 de mezclado previo de la llama de combustión y/o de los gases de combustión 26, mejorando así el rendimiento térmico y/o las prestaciones mecánicas del tubo 130 de mezclado previo.

En una realización, como se ha mostrado en las figs. 9, 10 y 11, la punta 220 de tubo incluye una característica de retención 222. La característica de retención 222 puede comprender un collarín 224 que se extiende radialmente hacia fuera desde un cuerpo principal 226 de la punta 220 de tubo. Como se ha mostrado en la fig. 9, la característica de retención 222 puede estar dispuesta aguas arriba desde la placa posterior 112. Por ejemplo, la característica de retención 222 puede estar dispuesta adyacente a un lado 228 de refrigeración o de aguas arriba de la placa posterior 112. En una alternativa, la característica de retención 222 puede estar dispuesta adyacente a un lado de aguas arriba de la placa de impacto 120. La característica de retención puede impedir que la punta 220 de tubo fluya aguas abajo en caso de que la punta 220 de tubo se libere prematuramente del tubo 130 de mezclado previo durante el funcionamiento de la cámara de combustión 24, impidiendo por ello potencialmente el daño a componentes de aguas abajo tales como el revestimiento 54 y/o la turbina 28.

En la realización, como se ha mostrado en la fig. 9 y como se ha detallado en las figs. 12 y 13, una punta 230 de tubo ejemplar comprende una superficie de acoplamiento 232 que se extiende radialmente y un escalón 234 definido a lo largo de la superficie de acoplamiento que se extiende radialmente, en donde la extremidad 136 de aguas abajo del tubo 130 de mezclado previo es asentada junto al escalón 234. La punta 230 de tubo puede ser conectada de manera fija al tubo 130 de mezclado previo mediante soldadura dura, soldadura, revestimiento adhesivo o por cualesquiera medios y/o proceso adecuado para unir los dos componentes. La punta 230 de tubo puede extenderse a través de la placa posterior 112 y/o de la placa de impacto 120.

En una realización, como se ha mostrado en las figs. 14, 15 y 16, una punta 240 de tubo ejemplar comprende una

superficie de acoplamiento 242 que se extiende radialmente que forma una junta a tope 244 con la superficie de extremidad 138 que se extiende radialmente del tubo de mezclado previo. La punta 240 de tubo comprende una superficie de acoplamiento 242 que se extiende radialmente que forma una junta a tope 244 con la superficie de extremidad que se extiende radialmente del tubo de mezclado previo. La punta 240 de tubo puede ser conectada de modo fijo al tubo 130 de mezclado previo mediante soldadura dura, soldadura, revestimiento adhesivo o por cualesquiera medios y/o proceso adecuados para unir los dos componentes. La punta de tubo puede extenderse a través de la placa posterior 112 y/o de la placa de impacto 120.

En una realización, como se ha mostrado en las figs. 14, 17 y 18, una punta 250 de tubo ejemplar comprende una superficie de acoplamiento 252 que se extiende radialmente que forma una junta 254 con la superficie de extremidad 138 que se extiende radialmente del tubo 130 de mezclado previo. Un manguito de acoplamiento 256 rodea circunferencialmente la junta 254. El manguito de acoplamiento 256 puede ser conectado de modo fijo al tubo 130 de mezclado previo mediante soldadura dura, soldadura, revestimiento adhesivo o por cualesquiera medios y/o proceso adecuados para unir los dos componentes. La punta 250 de tubo puede extenderse a través de la placa posterior 112 y/o de la placa de impacto 120. El manguito de acoplamiento 256 proporciona soporte estructural para la conexión entre el tubo 130 de mezclado previo y la punta 250 de tubo.

Debería comprenderse que la punta 200 de tubo incluye cada una de las realizaciones ejemplares ilustrada y descrita en este documento como punta 210, 220, 230, 240 y 250 de tubo. Además, se pretende que la punta 200 de tubo incluya otras distintas formas o configuraciones de punta de tubo, y que la punta 200 de tubo no debería estar limitada a las realizaciones ejemplares proporcionadas a menos que se haya citado de otro modo en las reivindicaciones.

Las distintas realizaciones proporcionadas en este documento e ilustradas en las figs. 3 a 18, proporcionan un método para reparar los tubos 130 de mezclado previo del inyector 100 de combustible de haz de tubos. La fig. 19 proporciona un diagrama de bloques de un método ejemplar 300 para reparar los tubos 130 de mezclado previo del inyector 100 de combustible de haz de tubos, de acuerdo con una realización de la presente descripción. En la operación 302, el método 300 incluye retirar una parte del tubo 130 de mezclado previo. La parte del tubo 130 de mezclado previo retirada puede ser definida por una parte dañada o comprometida de otro modo del tubo 130 de mezclado previo. En una realización, la parte del tubo 130 de mezclado previo puede ser retirada cortando al menos una parte de la placa posterior 112 que rodea al tubo 130 de mezclado previo. En una realización, como se ha ilustrado en la fig. 20, la operación 302 puede incluir retirar la placa posterior 112 y/o la cubierta exterior 126 de modo que exponga los tubos 130 de mezclado previo del haz de tubos 128 de mezclado previo. Por ejemplo, la cubierta exterior 126 y/o la placa posterior 112 pueden ser cortadas o desacopladas de otro modo del módulo 102 de distribución de combustible.

En una realización, como se ha ilustrado en la fig. 21, los tubos 130 de mezclado previo de una fila radial exterior 132 son cortados a una longitud axial más corta que una fila radial interior adyacente medida desde el módulo 102 de distribución de combustible con respecto a la línea central axial 116. El tubo 130 de mezclado previo puede ser cortado utilizando cualquier método conocido para cortar tubos, incluyendo pero no estando limitado a hacer incisiones, mecanización por descarga eléctrica (EDM), corte con soplete o utilizando una cuchilla de corte.

En la operación 304, el método 300 incluye alinear la punta 200 de tubo con el tubo 130 de mezclado previo. En una realización, la punta 200 de tubo es alineada con el tubo 130 de mezclado previo asentando la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo en el enchufe 218 definido en la parte de extremidad de acoplamiento 212 de la punta 200 de tubo. En una realización, la punta 200 de tubo es alineada con el tubo 130 de mezclado previo asentando la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo a este escalón 234 definido en la superficie de acoplamiento 232 que se extiende radialmente de la punta 200 de tubo. En una realización, la punta 200 de tubo es alineada con el tubo 130 de mezclado previo fijando el manguito de acoplamiento 256 o bien a la punta 200 de tubo o bien al tubo 130 de mezclado previo.

En una realización, como se ha mostrado en la fig. 21, la punta 200 de tubo puede ser alineada insertando la punta 200 de tubo a través de un accesorio de alineación 260. El accesorio de alineación 260 puede ser acoplado al inyector 100 de combustible de haz de tubos para facilitar la alineación y/o unión de la punta 200 de tubo al tubo 130 de mezclado previo. En una realización, el accesorio de alineación comprende la placa posterior 112. En una realización, la operación 304 incluye alinear coaxialmente la punta 200 de tubo con el tubo 130 de mezclado previo.

En la operación 306, el método 300 incluye conectar de modo fijo la punta 200 de tubo al tubo 130 de mezclado previo. En una realización, la operación 306 incluye colocar el manguito de acoplamiento 256 circunferencialmente alrededor de la junta 254. En una realización, la operación 306 incluye conectar de modo fijo la punta 200 de tubo al tubo 130 de mezclado previo mediante al menos uno de entre soldadura dura al horno, soldadura dura por inducción, soldadura orbital, soldadura por láser, soldadura por fricción, soldadura por haz de electrones, soldadura por difusión, pulverización por plasma, adhesivo resistente térmicamente, revestimiento adhesivo y pulverización de revestimiento oxi-combustible de alta velocidad. En una realización, el método 300 puede incluir además realizar una comprobación de fugas en una junta de conexión formada entre la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo y la parte de extremidad de acoplamiento 212 de la punta 200 de tubo.

La fig. 22 es un diagrama de bloques que ilustra un método ejemplar 400 para reparar el inyector 100 de combustible de

5 haz de tubos. En la operación 402, el método 400 incluye retirar la placa posterior 112 del inyector 100 de combustible de haz de tubos. La operación 402 puede incluir cortar al menos una parte de la placa posterior 112 que rodea a los tubos 130 de mezclado previo. La placa posterior 112 puede ser cortada utilizando cualquier método conocido para cortar incluyendo pero no estando limitado a mecanización por descarga eléctrica (EDM), corte por soplete o utilizando una cuchilla de corte.

En la operación 404, el método incluye asentar la punta 200 de tubo circunferencialmente alrededor de la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo. De esta manera, la punta 200 de tubo define una protección contra el calor que se extiende radialmente hacia adentro a través de la superficie del tubo 138 de mezclado previo que se extiende radialmente.

10 En la operación 406, el método 400 incluye conectar de modo fijo la punta 200 de tubo a la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo. La punta 200 de tubo puede ser conectada de modo fijo mediante al menos una de soldadura dura el horno, soldadura dura por inducción, soldadura orbital, soldadura por láser, soldadura por fricción, soldadura por haz de electrones, soldadura por difusión, pulverización de plasma, adhesivo resistente térmicamente, revestimiento adhesivo y pulverización de revestimiento oxi-combustible y de alta velocidad.

15 En una realización, el método 400 incluye además alinear coaxialmente la punta 200 de tubo con el tubo 130 de mezclado previo. En una realización, el método 400 incluye alinear la punta 200 de tubo con un paso 118 de tubo de mezclado previo correspondiente y volver a instalar la placa posterior 112.

20 La fig. 23 es un diagrama de bloques que ilustra un método ejemplar 500 para reparar el inyector 100 de combustible de haz de tubos en donde los tubos 130 de mezclado previo son segmentados en las filas 132 separadas radialmente. En la operación 502, el método 500 incluye retirar la cubierta exterior 126 y/o la placa posterior 112 del inyector 100 de combustible de haz de tubos para exponer una parte de los tubos 130 de mezclado previo. La placa posterior 112 puede ser cortada utilizando cualquier método conocido para cortar incluyendo pero no estando limitado a mecanización por descarga eléctrica (EDM), corte por soplete o utilizando una cuchilla de corte.

25 En la operación 504, el método 500 incluye retirar una parte de los tubos 130 de mezclado previo de tal modo que los tubos 130 de mezclado previo de una fila radial exterior 132 son cortados a una longitud axial más corta que una fila radial 132 interior adyacente medida desde el módulo 102 de distribución de combustible con respecto a la línea central axial 116. La parte del tubo 130 de mezclado previo puede ser retirada utilizando cualquier método conocido para cortar tubos incluyendo pero no estando limitados a hacer incisiones, mecanización por descarga eléctrica (EDM), corte por soplete o utilizando una cuchilla de corte.

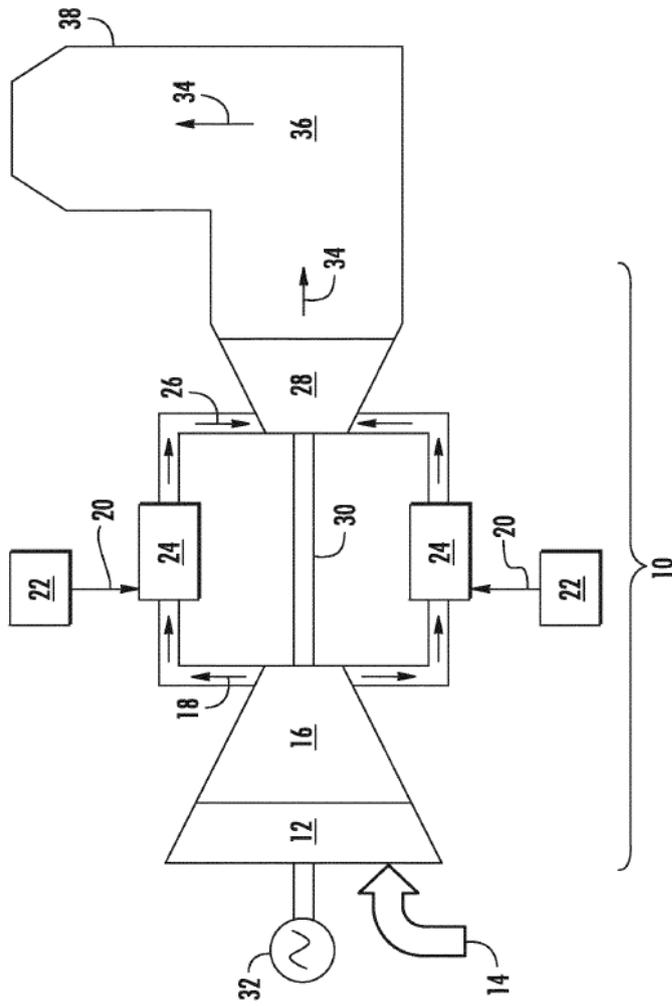
30 En la operación 506, el método 500 incluye alinear la punta 200 de tubo con un tubo 130 de mezclado previo correspondiente. En una realización, la punta 200 de tubo es alineada con el tubo 130 de mezclado previo asentando la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo en el enchufe 218 definido en la parte de extremidad de acoplamiento 212 de la punta 200 de tubo. En una realización, la parte 200 de tubo es alineada con el tubo 130 de mezclado previo asentando la parte de extremidad 136 del tubo 130 de mezclado previo en el escalón 234 definido en la superficie de acoplamiento 232 que se extiende radialmente de la punta 200 de tubo. En una realización, la punta 200 de tubo es alineada con el tubo 130 de mezclado previo fijando el manguito de acoplamiento 256 o bien a la punta 200 de tubo o bien al tubo 130 de mezclado previo. En una realización, como se ha mostrado en la fig. 22, la punta 200 de tubo puede ser alineada insertando la punta 200 de tubo a través de un accesorio de alineación 260. El accesorio de alineación 260 puede ser acoplado al inyector 100 de combustible de haz de tubos para facilitar la alineación y/o la unión de la punta 200 de tubo al tubo 130 de mezclado previo. En una realización, la operación 304 incluye alinear coaxialmente la punta 200 de tubo con el tubo 130 de mezclado previo.

35 En la operación 508, el método 500 incluye conectar de modo fijo la punta 200 de tubo al tubo 130 de mezclado previo. En una realización, la operación 508 incluye colocar el manguito de acoplamiento 256 circunferencialmente alrededor de la junta 254. En una realización, la operación 508 incluye conectar de modo fijo la punta 200 de tubo al tubo 130 de mezclado previo mediante al menos una de soldadura dura en horno, soldadura dura por inducción, soldadura orbital, soldadura por láser, soldadura por fricción, soldadura por haz de electrones, soldadura por difusión, pulverización de plasma, adhesivo resistente térmicamente, revestimiento adhesivo, y pulverización de revestimiento de oxi-combustible a alta velocidad.

40 Esta descripción escrita utiliza ejemplos para exponer la invención, y también para permitir a cualquier experto en la técnica poner en práctica la invención, incluyendo fabricar y utilizar cualesquiera dispositivos o sistemas y realizar cualesquiera métodos incorporados. El marco que se puede patentar de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica. Dichos otros ejemplos están destinados a estar dentro del marco de las reivindicaciones si incluyen elementos estructurales que no se diferencian del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias no sustanciales del lenguaje literal de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para reparar un inyector (40) de combustible de haz de tubos, que comprende:  
retirar una parte de un tubo (130) de mezclado previo;  
alinear una punta (200) de tubo con el tubo (130) de mezclado previo; y
- 5     conectar de modo fijo la punta (200) de tubo al tubo (130) de mezclado previo,  
caracterizado por que la operación de retirar la parte del tubo de mezclado previo comprende cortar al menos una parte de una placa posterior que rodea al tubo de mezclado previo.
2. El método según la reivindicación 1, en donde una parte de extremidad de acoplamiento de la punta de tubo define un enchufe (218) configurado para recibir la parte de extremidad (136) del tubo (130) de mezclado previo, comprendiendo la
- 10    operación de alinear la punta (200) del tubo con el tubo (130) de mezclado previo asentar la parte de extremidad (136) del tubo (130) de mezclado previo en el enchufe (218).
3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde la operación de alinear la punta (200) de tubo con el tubo (130) de mezclado previo comprende insertar la punta (200) de tubo a través de un accesorio de alineación (260).
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la operación de alinear la punta (200) de tubo con
- 15    el tubo (130) de mezclado previo comprende fijar un manguito de acoplamiento (256) bien a la unión (200) de tubo o bien al tubo (130) de mezclado previo.
5. El método según cualquier reivindicaciones precedentes, en donde la operación de conectar de modo fijo la punta (200) de tubo al tubo (130) de mezclado previo comprende al menos una de una soldadura dura por horno, soldadura dura por inducción, soldadura orbital, soldadura por láser, soldadura por fricción, soldadura por haz de electrones,
- 20    soldadura por difusión, pulverización de plasma, revestimiento adhesivo, aplicación de un adhesivo resistente térmicamente y pulverización de revestimiento de oxi-combustible de alta velocidad.
6. El método según cualquier reivindicación precedente, en donde una unión de conexión (254) es definida entre una parte de extremidad (136) de aguas abajo del tubo (130) de mezclado previo y un extremo de acoplamiento (212) de la
- 25    punta (200) de tubo, comprendiendo la operación de conectar de modo fijo la parte de extremidad (136) de aguas abajo del tubo (130) de mezclado previo a la extremidad de acoplamiento (212) de la punta (200) de tubo posicionar un manguito de acoplamiento (256) circunferencialmente alrededor de la unión (254).



**FIG. 1**  
**TÉCNICA ANTERIOR**

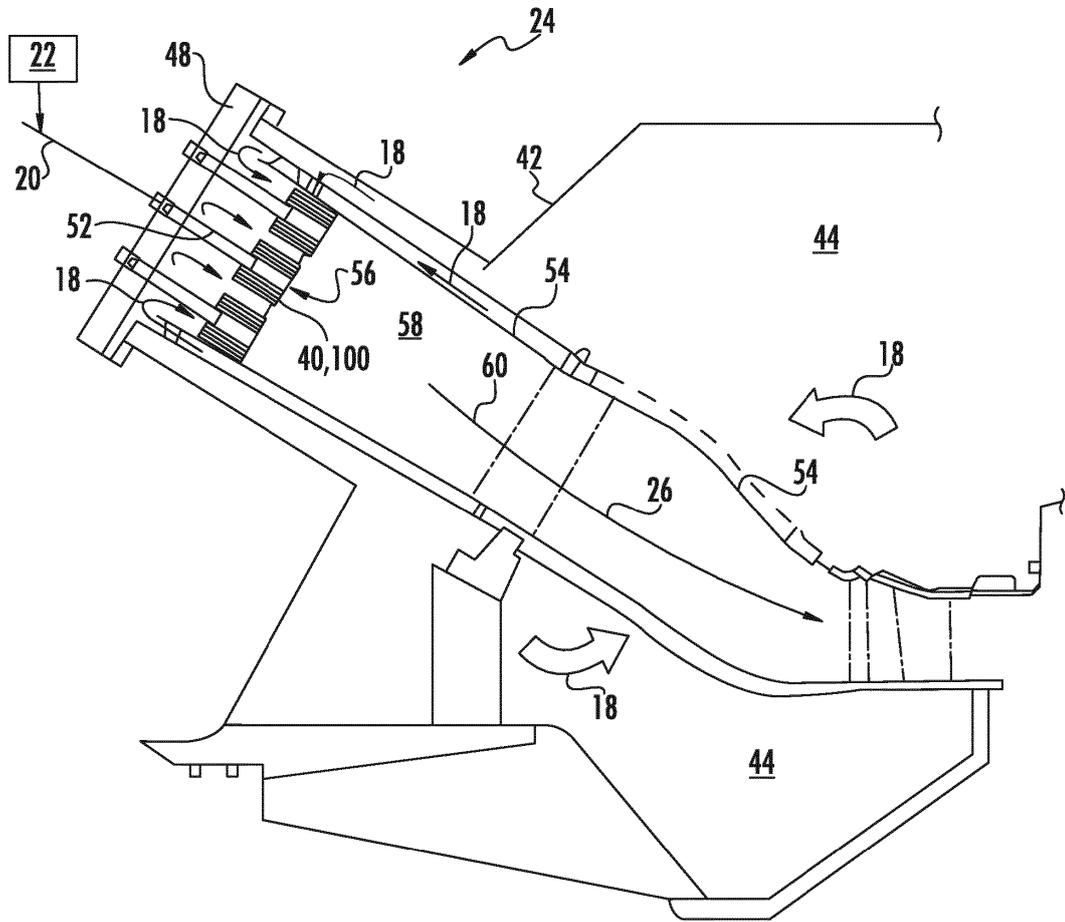


FIG. 2



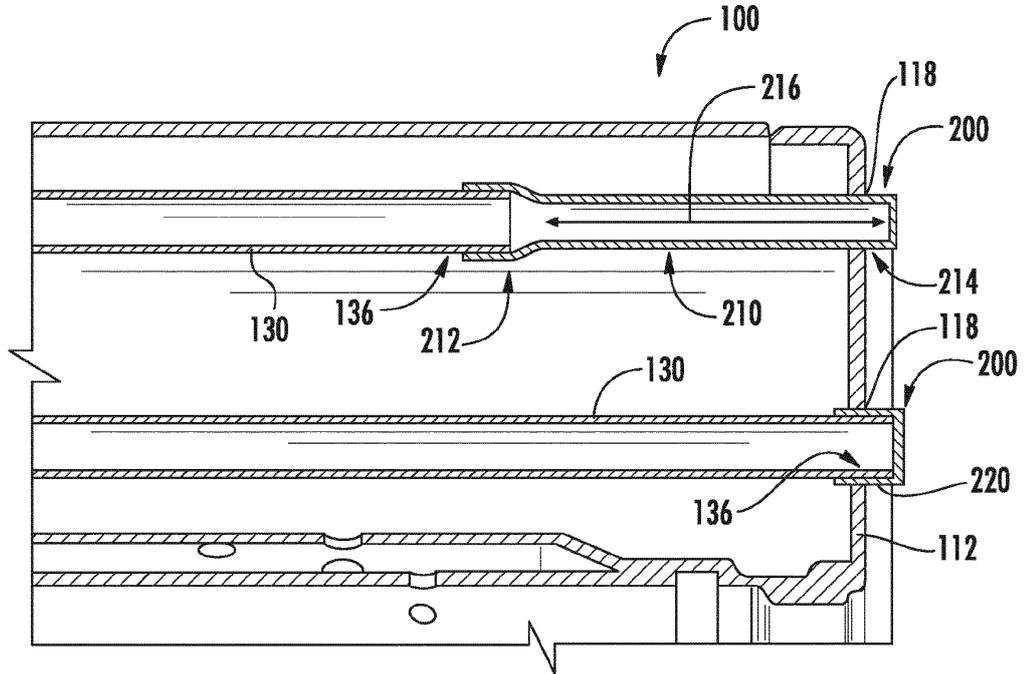


FIG. 4

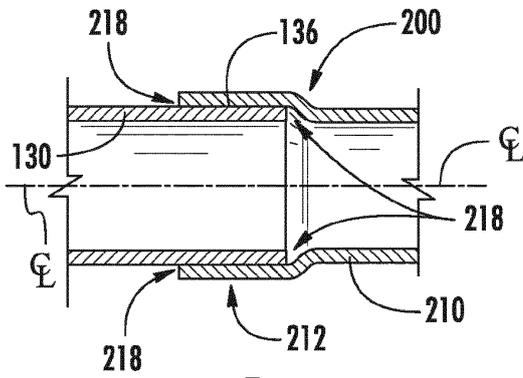


FIG. 5

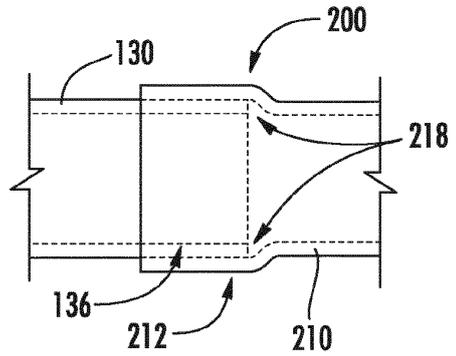


FIG. 6

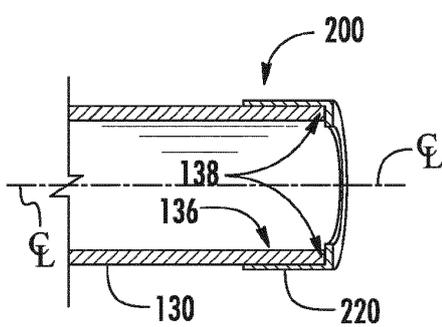


FIG. 7

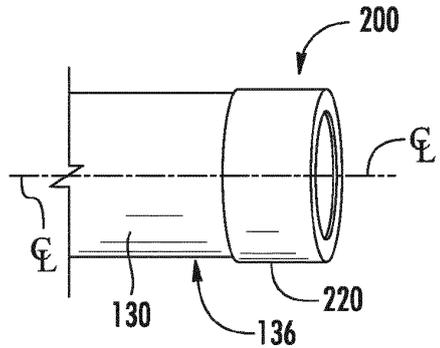
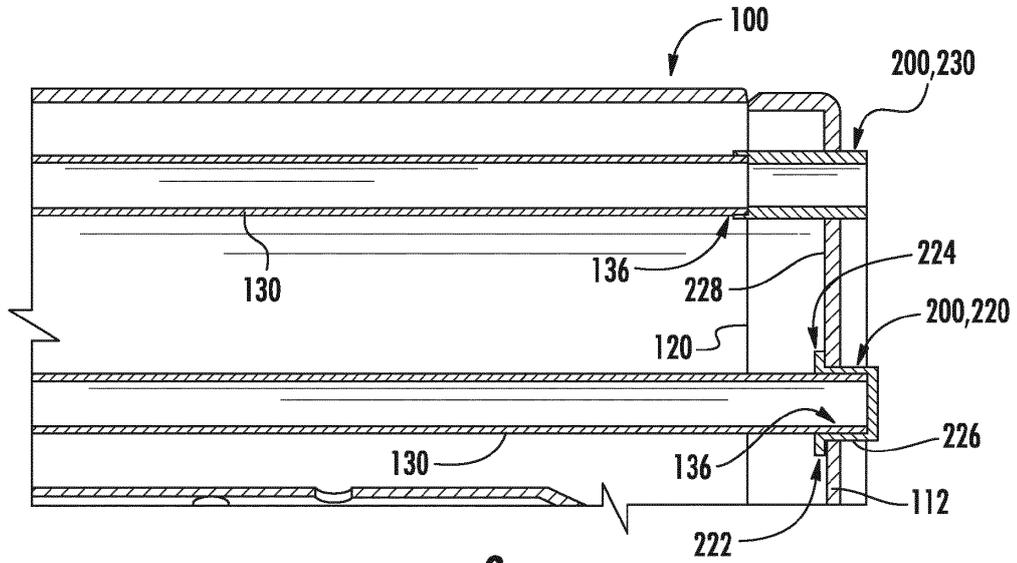
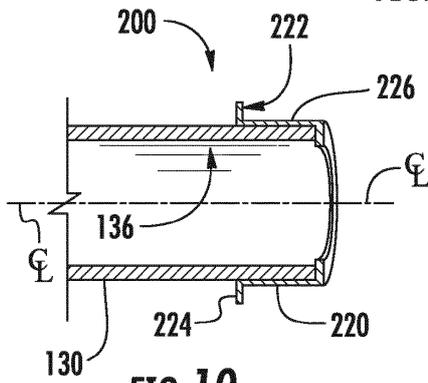


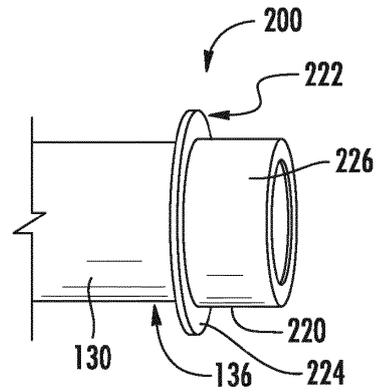
FIG. 8



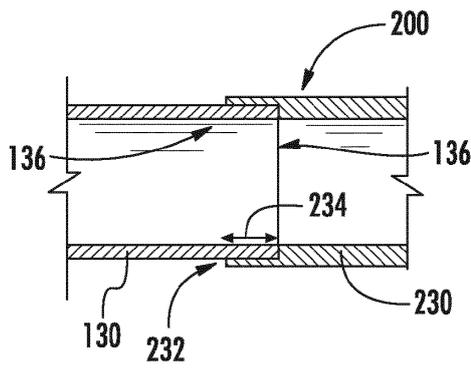
**FIG. 9**



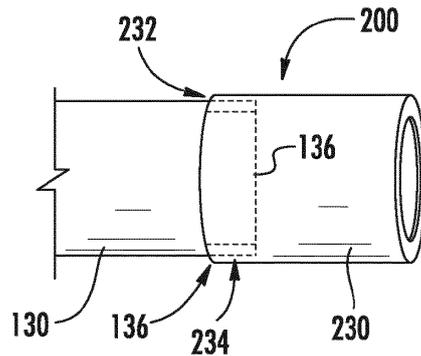
**FIG. 10**



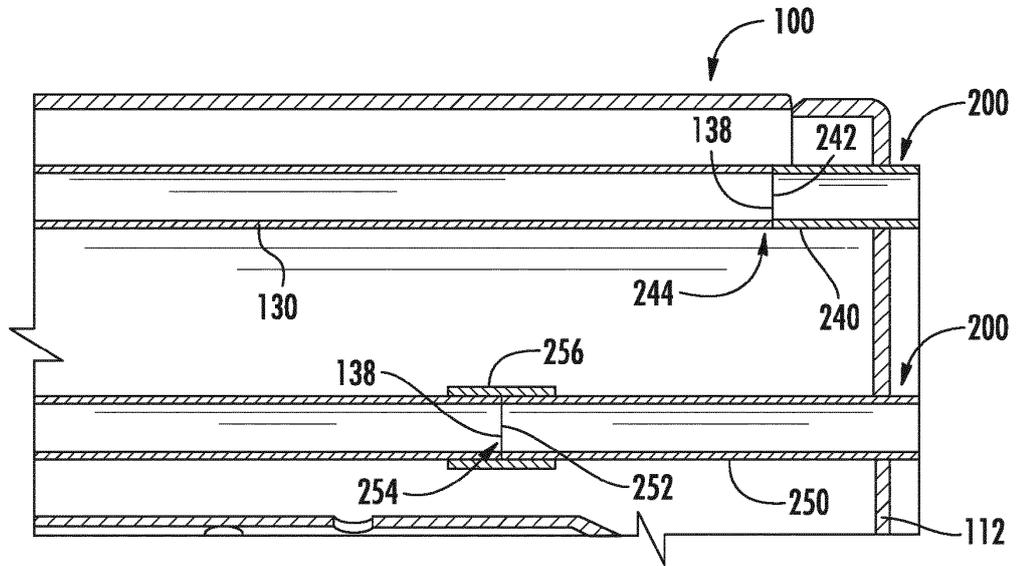
**FIG. 11**



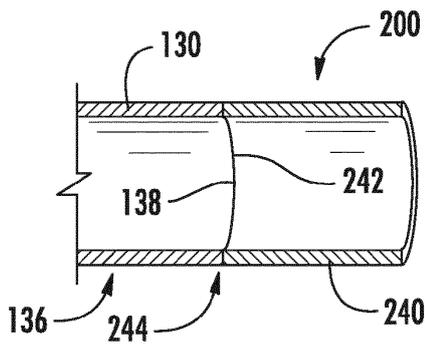
**FIG. 12**



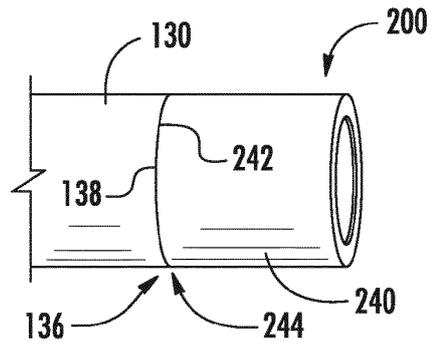
**FIG. 13**



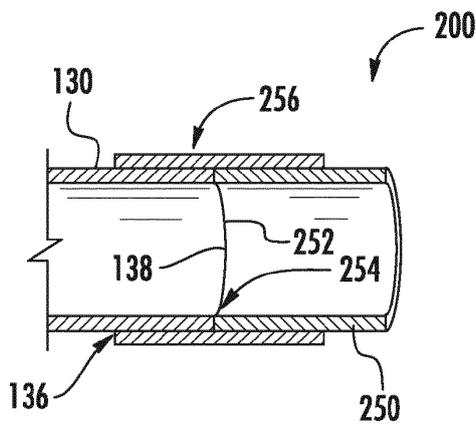
**FIG. 14**



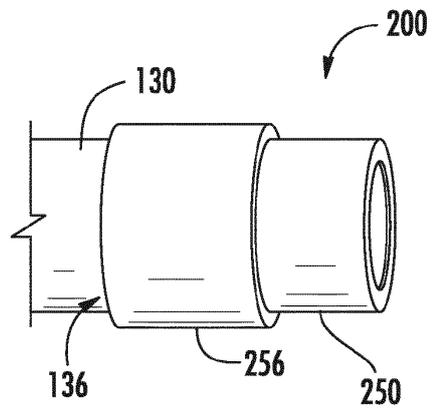
**FIG. 15**



**FIG. 16**



**FIG. 17**



**FIG. 18**

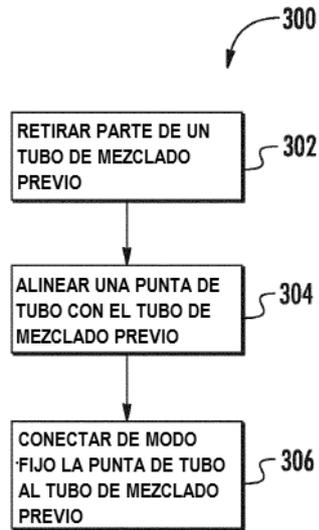


FIG. 19

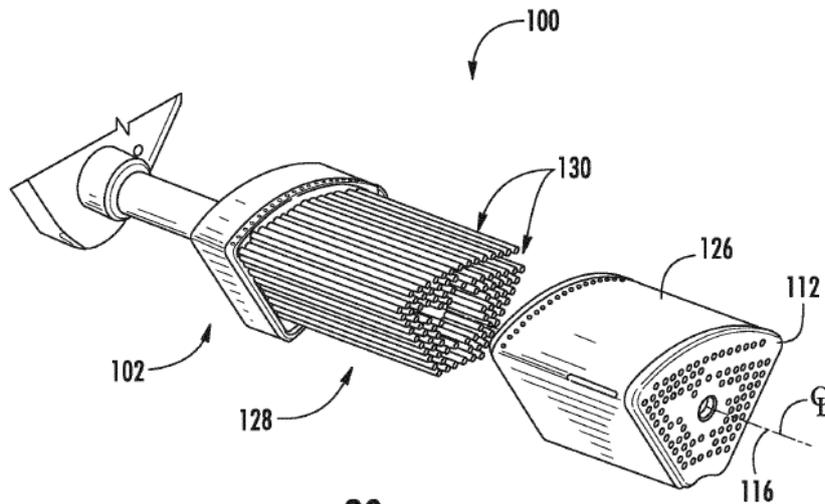
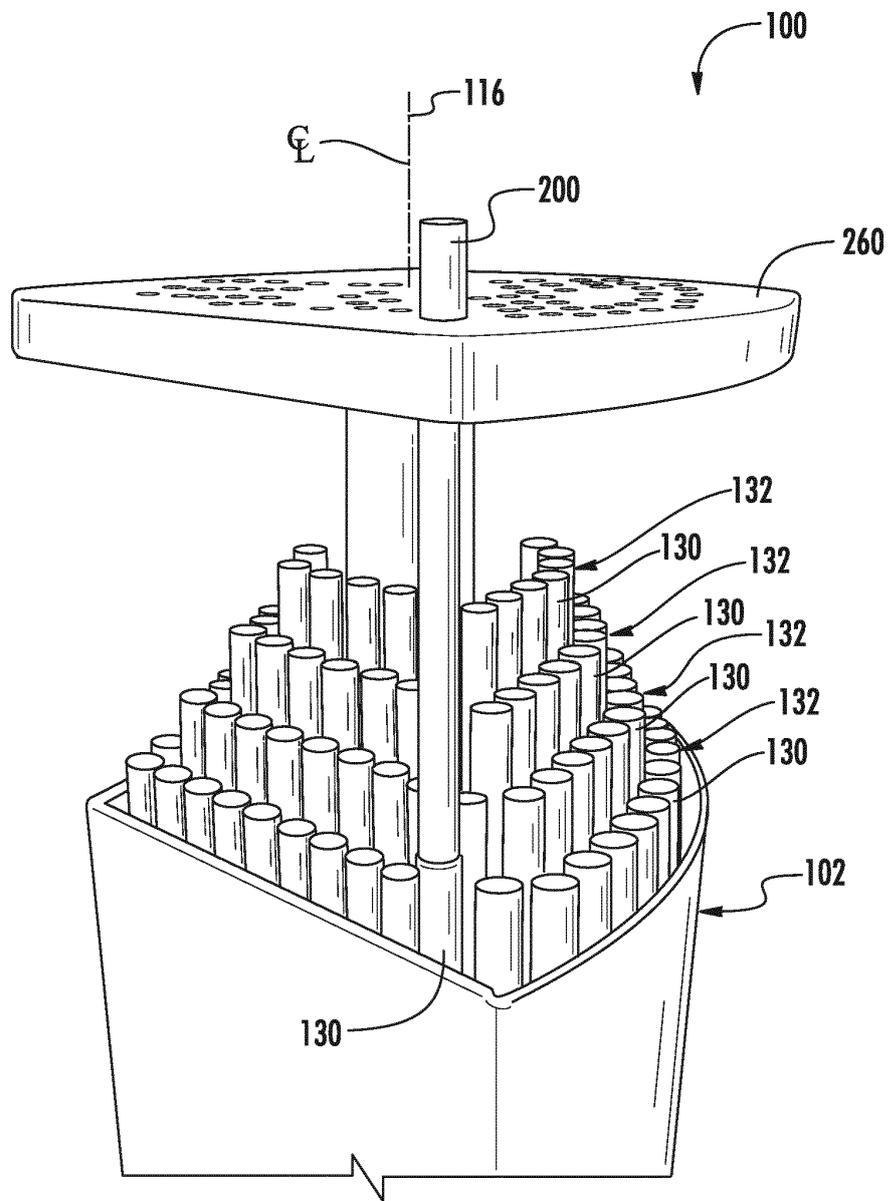


FIG. 20



**FIG. 21**

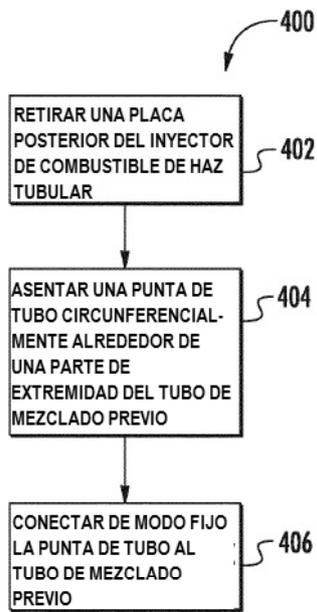


FIG. 22

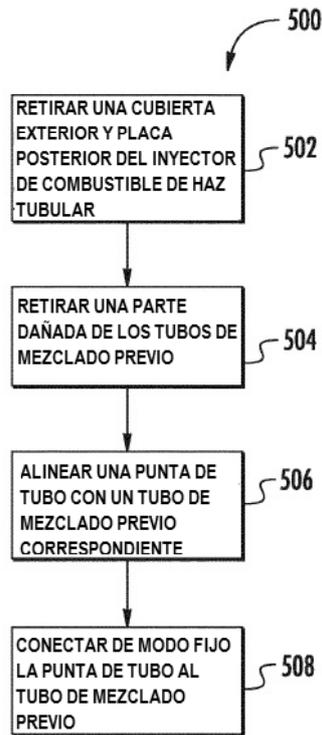


FIG. 23