

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 679**

51 Int. Cl.:

**F02M 55/02** (2006.01)

**F16L 19/028** (2006.01)

**F02M 55/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2010 PCT/JP2010/055101**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.09.2010 WO10110324**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2010 E 10756120 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2412967**

54 Título: **Tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión, y método para su fabricación**

30 Prioridad:

**24.03.2009 JP 2009072792**

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

**29.05.2019**

73 Titular/es:

**USUI KOKUSAI SANGYO KAISHA LIMITED  
(100.0%)  
131-2 Nagasawa Shimizu-cho Sunto-gun  
Shizuoka 411-8610, JP**

72 Inventor/es:

**WATANABE EIJI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 714 679 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**

Tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión, y método para su fabricación

**Campo de la técnica**

- 5 La presente invención se refiere a una estructura de una parte de cabezal de conexión para una tubería de inyección de combustible de alta presión que comprende una tubería de acero de paredes gruesas que tiene un diámetro relativamente pequeño, que está dispuesta y se utiliza frecuentemente, por ejemplo, para el paso de suministro de combustible en un motor de combustión interna diesel o similares, preferiblemente, para una línea compartida y un inyector de un motor diesel equipado con un sistema de inyección de combustible de tipo acumulador.

**10 Antecedentes de la técnica**

Convencionalmente, se conoce como una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión tal que una tiene una parte 112 de cabezal de conexión formada por una cara 113 de asiento esférica, una parte 115 de brida anular proporcionada para ser espaciada de la cara 113 de asiento esférica en la dirección axial de la tubería, y una cara 114 en arco que continúa hacia la cara 113 de asiento y forma cónica hacia la parte 115 de brida anular hacia un extremo distal en una parte final de una conexión de una tubería 111 de acero de paredes gruesas que tiene un diámetro relativamente pequeño, como se ilustra en la Figura 19 (ver Figura 4 en la bibliografía de la patente 1). En relación con la formación de un trabajo de pandeo que utiliza una presión aplicada en una dirección axial de la tubería externamente por un elemento de perforación, la parte 112 del cabezal de conexión está configurada tal como una bolsa (una parte anular rebajada) 116 en la que el esfuerzo de tensión ha sido alcanzado en la superficie interior mediante el alargamiento diametral del diámetro interior y la concentración del esfuerzo debido a la expansión hacia fuera de una pared periférica asociada con el trabajo de pandeo utilizando el prensado que se provoca en una cara circunferencial interior de la parte del cabezal. En este estado, se proporciona para utilizar la tubería de inyección de combustible de alta presión, pero existen problemas tales como la cavitación que provoca erosión cerca de la bolsa debido a la alta presión del fluido durante la disposición y utilización, una grieta que se extiende en dirección diametral debido a la aparición de fallo por fatiga en forma radial en la parte del cabezal de conexión desde una arruga cerca de la bolsa, o una grieta que se extiende en dirección circunferencial debido a la aparición de fallo por fatiga alrededor de la bolsa.

Como solución a estos problemas, el presente solicitante ha propuesto previamente un método para, en una tubería de inyección de combustible de alta presión tener, en una parte del extremo de conexión de una tubería de acero de paredes gruesas que tiene un diámetro relativamente pequeño, una parte de cabezal de conexión formado por una cara de asiento esférica, una parte de brida anular proporcionada para espaciar desde la cara de asiento en una dirección axial de la tubería, y una cara cónica que continúa hacia la cara de asiento y conicidad hacia la parte de brida anular hacia un extremo distal, que proporciona una hendidura rebajada curvada anular superficial en una parte de la cara cónica, haciendo por lo tanto la profundidad de una bolsa que se forma dentro de la parte de cabezal de acuerdo con la formación de una parte de cabezal de conexión para ser superficial y suave (ver la Figura 1 en la bibliografía de la patente 1); y un método para realizar una parte de cabezal que trabaja facilitando una cara periférica exterior para coincidir con una cara de asiento cónica truncada o cónica arqueada para una parte de asiento acoplada para formar una parte de cabezal de conexión que tiene dentro una hendidura rebajada anular superficial y suave de manera que una arandela de conexión montada en una cara periférica exterior de una parte debajo de un cuello de la parte de cabezal de conexión cubra la parte de cabezal de conexión (bibliografía de la patente 2), y similares.

**Lista de citas**

Bibliografía de la patente

Bibliografía de la patente 1: JP-2003-336560 (A)

- 45 Bibliografía de la patente 2: JP-2002-54770 (A)

**Compendio de la invención**

Problema a resolver por la invención

Un objeto de la presente invención es proponer una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión que puede obtener un efecto aproximadamente igual o mayor que las técnicas previamente propuestas como se menciona anteriormente, como medios para evitar una generación de grieta procedente de una parte de arruga cerca de la bolsa asociada con la formación de la bolsa durante la formación de la parte de cabezal, generación de una grieta debida a la erosión por cavitación ocurrida cerca de la bolsa debido al flujo de fluido de alta presión durante la disposición y utilización de la tubería de inyección de combustible de alta presión, y generación de un fenómeno creciente de esfuerzo de tensión en una superficie interior debido al alargamiento del diámetro interior y concentración de esfuerzo asociado con la formación de la bolsa durante la

formación de la parte de cabezal, y un método de fabricación del mismo.

### Medios para resolver el problema

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión de acuerdo con la presente invención es una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene, en una parte del extremo de conexión de una tubería de acero de paredes gruesas que tiene un diámetro relativamente pequeño, una parte de cabezal de conexión que comprende una cara de asiento cónico truncado o arqueado truncado, una parte de brida anular formada para estar espaciada de la cara de asiento en una dirección axial de la tubería, y una cara cilíndrica que continúa hacia la cara de asiento y formada entre la cara de asiento y una parte de borde de la parte de brida anular, en la que la parte de cabezal de conexión está configurada de tal manera que una cara cilíndrica tiene contornos, en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde la parte final de la parte de borde de la parte de brida anular hacia la cara de asiento, formada de tal manera que un ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$  y

Además, cuando la longitud de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería está representada por  $h$  y la longitud de la tubería en la dirección axial de la tubería desde la parte final del cabezal de conexión la parte final de la parte del borde en el lado de la parte de la brida anular de la cara cilíndrica está representada por  $H$ , una relación entre  $h$  y  $H$  satisface  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ . Aquí, se prefiere que la cara de asiento tenga una forma esférica. Además, los contornos de la cara cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería se limitan a una forma de línea recta.

Además, un método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión de acuerdo con la presente invención es un método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión que comprende una cara de asiento arqueada truncada o cónica truncada, una parte de brida anular formada para estar espaciada desde la cara de asiento en una dirección axial de la tubería, y una cara cilíndrica que continúa hacia la cara de asiento y formada entre la cara de asiento y una parte de borde de la parte de brida anular, la parte de cabezal de conexión que está alabeada y formada mediante prensado una parte final de una tubería de acero de paredes gruesas que tiene un diámetro relativamente pequeño en la dirección axial de la tubería exteriormente mediante la utilización de un elemento de perforación, en el que el elemento de perforación que tiene una parte interior diametral que tiene contornos, en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde la parte final del borde de la parte de la brida anular hacia la cara de asiento, formado de tal manera que un ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$

y además, cuando la longitud de

la parte interior diametral en la dirección axial de la tubería está representada por  $h$  y la longitud en la dirección axial de la tubería desde la parte final de la parte de cabezal de conexión a una parte de la parte final del borde en el lado de la parte de la brida anular de la parte interior diametral está representada por  $H$ , se utiliza una relación de la  $h$  y  $H$  que satisface  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ . Se prefiere que la cara de asiento tenga una forma esférica. Los contornos de la cara cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería tienen la forma de una línea recta.

### Efecto de la invención

Ya que la tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión de acuerdo con la presente invención está configurada de manera que una cara cilíndrica tiene contornos, en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde una parte final de la parte de borde de la parte de la brida anular en el lado de un orificio de inyección de la tubería hacia la cara de asiento, formada de manera que un ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$

en el que cuando la longitud de la cara cilíndrica en

la dirección axial de la tubería está representada por  $h$  y la longitud en la dirección axial de la tubería desde un final de la parte de cabezal de conexión a una parte final de la parte cilíndrica en la cara de la parte de brida anular está representada por  $H$ , la relación de la  $h$  y  $H$  satisface  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ , se suprime el sobre-dimensionamiento de la bolsa (parte anular rebajada) ocurrido dentro de la parte de cabezal de conexión durante la formación de la parte de cabezal de conexión por deformación plástica para que una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión se haga aproximadamente cilíndrica, y se puede suprimir la aparición de una formación de arruga en la superficie de la misma. Esto puede eliminar riesgos de generación de una grieta en una parte del valle de la parte de la bolsa durante la formación de la parte de cabezal de conexión y generación de una grieta provocada por la erosión de la cavitación debido a la presión del fluido dentro de la parte de cabezal de conexión, así como el alargamiento del diámetro interior y un fenómeno de crecimiento del esfuerzo de tracción de una superficie interna debido a la concentración de esfuerzos asociada a la formación de la bolsa durante la formación de la parte de cabezal de conexión, y además se puede reducir en gran parte la posibilidad de que la cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión actúe como un punto de inicio del fallo por fatiga.

Además, de acuerdo con el método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión de acuerdo con la presente invención, utilizando un elemento de perforación que tiene una parte diametral interior que tiene contornos, en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde una parte final de una parte de borde de la parte de la brida anular hacia la cara de asiento, formada de manera que un ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$

en donde una relación de la longitud  $h$  de la parte diametral interior en la dirección de la tubería y la longitud  $H$  en la dirección axial de la tubería desde la parte final de cabezal de conexión a la parte final de la parte de borde en el lado de la parte de la brida anular de la parte diametral interior satisface  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ , durante la formación, el movimiento de un material de la parte periférica interior de la tubería forzado para ser fluidificado de acuerdo con el movimiento de un material de la tubería en el lateral de una cara exterior de la tubería que fluyó aproximadamente verticalmente a lo largo de una cara de la pared de la parte diametral interior del taladro que se hace más grande de acuerdo con el incremento de la longitud axial de la parte diametral interior del taladro de modo que las expansiones de un volumen de la parte de bolsa y la tensión de formación que es un factor que provoca una arruga en la parte de la bolsa, se pueden reducir.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es una vista lateral en sección vertical que muestra una primera realización de una tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención;

La Figura 2 es una vista lateral en sección vertical que muestra una segunda realización de una tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención;

20 La Figura 3 es una vista lateral en sección vertical que muestra una tercera realización de la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención;

La Figura 4 es una vista lateral en sección vertical que muestra una cuarta realización de la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención;

25 La Figura 5 es una vista lateral en sección vertical que muestra una quinta realización de la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención;

La Figura 6 es una vista lateral en sección vertical mitad de una cara de asiento arqueada truncada que muestra una sexta realización de la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención;

La Figura 7 es una vista lateral en sección vertical alargada que muestra una realización de elemento de perforación utilizado para fabricar una tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención;

30 La Figura 8 es un diagrama de etapas de trabajo que muestra una primera realización de un método de una fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión que utiliza el elemento de perforación mostrado en la Figura 7;

La Figura 9 es un diagrama de etapas de trabajo que muestra una segunda realización de un método de una fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión que utilizale elemento de perforación mostrado en la Figura 7;

40 Las Figuras 10A y 10B son vistas en sección parciales de una parte de cabezal de conexión en un método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión que utiliza un elemento de perforación que tiene sustancialmente la misma estructura en sección que el elemento de perforación mostrado en la Figura 7, siendo la Figura 10A una vista en sección parcial que muestra un estado de la parte de cabezal de conexión durante la formación del mismo y siendo la Figura 10B una vista en sección parcial que muestra un estado de la parte de cabezal de conexión en el momento de completar la formación;

La Figura 11 es un diagrama esquemático que muestra una tubería de inyección de combustible de alta presión que corresponde al Ejemplo 1 de la presente invención;

45 La Figura 12 es un diagrama esquemático que muestra una tubería de inyección de combustible de alta presión que corresponde al Ejemplo 2 de la presente invención;

La Figura 13 es un diagrama esquemático que muestra una tubería de inyección de combustible de alta presión que corresponde al Ejemplo 4 de la presente invención;

La Figura 14 es un diagrama esquemático que muestra una tubería de inyección de combustible de alta presión que corresponde al Ejemplo 5 de la presente invención;

50 La Figura 15 es un diagrama esquemático que muestra una tubería de inyección de combustible de alta presión que corresponde al Ejemplo 8 de la presente invención;

La Figura 16 es un diagrama esquemático que muestra una tubería de inyección de combustible de alta presión que corresponde al Ejemplo 9 de la presente invención;

La Figura 17 es un gráfico que muestra las relaciones entre un ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior y la tensión de una parte de la bolsa en los Ejemplos 1 a 4 de la presente invención y Ejemplos Comparativos 1 a 3;

- 5 La Figura 18 es un gráfico que muestra las relaciones entre  $h/H$  y la tensión de una parte de la bolsa en los Ejemplos 5 a 9 de la presente invención y Ejemplos Comparativos 4 y 5; y

La Figura 19 es una vista lateral en sección vertical que muestra un ejemplo de una parte de cabezal de conexión de una tubería de inyección de combustible de alta presión convencional para ser manejado en la presente invención.

**Mejor modo de llevar a cabo la invención**

- 10 En una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión según la presente invención, la razón de porqué se forma un contorno de una cara cilíndrica a partir de la parte final de una parte de borde de una parte de brida anular en el lado del orificio de inyección de la tubería hacia una cara de asiento tal que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$  es porque va a favor de reducir las expansiones de un volumen de la parte de la bolsa y la formación de tensión provocada por el movimiento de un material de tubería que fluye a lo largo de una cara de pared aproximadamente verticalmente afectando a un material de la parte periférica interior de la tubería durante la formación de la parte del cabezal de conexión. Además, la razón de porqué el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería se establece en  $20^\circ$  o menos es porque cuando el ángulo  $\theta$  excede los  $20^\circ$ , el volumen de la parte de la bolsa y la formación de tensión que es un factor que provoca la arruga en la parte de la bolsa empiezan a expandirse, mientras que cuando el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior es igual a  $0^\circ$  o menos, los contornos de la parte de cabezal de conexión que se extiende hacia la cara de asiento en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería se hacen más anchos hacia delante, así que las expansiones del volumen de la parte de la bolsa y la formación de tensión causantes de la arruga en la parte de la bolsa no se pueden reducir. Incidentalmente, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior preferiblemente, pero no según la invención, satisface  $0^\circ < \theta \leq 15^\circ$ .

- Por otra parte, la razón por la que la relación de la longitud  $h$  de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería y la longitud  $H$  en la dirección axial de la tubería desde el final de la parte del cabezal de conexión hasta la parte final de la parte del borde en el lado de la parte de la brida anular de la cara cilíndrica se establece para satisfacer  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$  es porque cuando la  $h/H$  es menor que 0,33, las expansiones del volumen de la parte de bolsa y la formación de tensión que es un factor que provoca una arruga en la parte de bolsa no se puede reducir, mientras que cuando  $h/H$  excede 0,85, la cara de asiento no se puede asegurar.

- Además, en un método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión según la presente invención, la razón por la que los contornos de una parte diametral interior del elemento de perforación en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde la parte final de la parte del borde de la parte de la brida anular de la parte del cabezal de conexión en el lateral del orificio de inyección de la tubería hacia la cara de asiento está formada en una cara cilíndrica en la que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior satisface  $0^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$  como anteriormente es porque va a favor de reducir las expansiones del volumen de la parte de la bolsa y la formación de tensión que es un factor que provoca una arruga en la parte de bolsa provocada por el movimiento de un material de tubería que fluye a lo largo de una cara de la pared aproximadamente verticalmente que afecta a un material de la parte periférica interior de la tubería durante la formación de la parte del cabezal de conexión. Adicionalmente, la razón por la que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería se establece en  $20^\circ$  o menos es porque cuando el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior excede los  $20^\circ$  como anteriormente, el volumen de la parte de la bolsa y la formación de tensión que es un factor que provoca una arruga en la parte de la bolsa empiezan a expandirse, mientras que cuando el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior es menor que  $0^\circ$ , los contornos en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería hacia la cara del asiento de la parte del cabezal de conexión se hacen más anchos hacia adelante, así que las expansiones del volumen de la parte de la bolsa y la formación de tensión que es un factor que provoca una arruga en la parte de la bolsa no se pueden reducir. En el método de la presente invención, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior preferiblemente, pero no según la invención, también satisface  $0^\circ < \theta \leq 15^\circ$ .

- Además, la razón por la que la relación de la longitud  $h$  de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería y la longitud  $H$  en la dirección axial de la tubería desde el final de la parte del cabezal de conexión hasta la parte final de la parte de la borde en el lado de la parte de la brida anular de la parte diametral interior se establece para satisfacer  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$  es porque cuando la  $h/H$  es menor que 0,33, las expansiones del volumen de la parte de la bolsa y la formación de tensión que es un factor que provoca la arruga en la parte de la bolsa no se pueden reducir, mientras que cuando  $h/H$  excede 0,85, la cara del asiento no se puede asegurar, como anteriormente.

La Figura 1 es una vista lateral en sección vertical que muestra una primera realización de una tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención, la Figura 2 es una vista lateral en sección vertical que muestra una segunda realización de la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención, la Figura 3 es una vista lateral en sección vertical que muestra una tercera realización de la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención, la Figura 4 es una vista lateral en sección vertical que muestra una cuarta realización de la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención, la Figura 5 es una vista lateral en sección vertical que muestra una quinta realización de la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención, la Figura 6 es una vista lateral en sección vertical de la mitad de una cara de asiento arqueada truncada que muestra una sexta realización de la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención, la Figura 7 es una vista lateral en sección vertical alargada que muestra una realización del elemento de un elemento de perforación utilizado para fabricar una tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención, la Figura 8 es un diagrama de etapas de trabajo que muestra una primera realización de un método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión que utiliza el elemento de perforación mostrado en la Figura 7, la Figura 9 es un diagrama de etapas de trabajo que muestra una segunda realización del método de fabricación de una tubería de inyección de combustible que utiliza el elemento de perforación mostrado en la Figura 7, y la Figura 10 es una vista en sección parcial de una parte de cabezal de conexión en un método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión que utiliza un elemento de perforación que tiene sustancialmente la misma estructura en sección que el elemento de perforación mostrado en la Figura 7, del cual la Figura 10A es una vista en sección parcial que muestra un estado de la parte de cabezal de conexión durante la formación del mismo y la Figura 10B es una vista en sección parcial que muestra un estado de la parte de cabezal de conexión en el momento de completar la formación, en el que la referencia numérica 1 indica una tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro, la 2 indica una parte de cabezal de conexión, la 3 indica una cara de asiento esférica (que presiona la cara del asiento), la 4 y 4' indican caras cilíndricas cuyos contornos en una sección a lo largo de una dirección axial de la tubería tienen un ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior predeterminado, la 5 indica una parte de la borde, la 6 indica una parte de la brida anular, la 7 indica una parte de acoplamiento, la 7a indica una cara de asiento (que recibe presión de la cara de asiento), la 8 indica una arandela (arandela manguito), la 9 indica una tuerca de sujeción, la 10 y 10' indican mandriles, y la 11 indica un elemento de perforación.

La tubería 1 de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro está compuesta de una tubería de acero de paredes gruesas con un diámetro relativamente pequeño que tiene un diámetro de tubería de 6 mm a 10 mm y un espesor de pared  $t$  de aproximadamente 1,25 mm a 3,5 mm y que está hecho de un material de acero tal como un acero inoxidable, acero aleado, acero al carbono para tubería de alta presión, o un acero aleado que ha sido cortado a un tamaño fijado preliminarmente.

Una tubería de inyección de combustible de alta presión según una primera realización mostrada en la Figura 1 tiene, en una parte final de conexión de la tubería 1 de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro, una parte 2 de cabezal de conexión que incluye una parte 3 de una cara de asiento cónica truncada (que presiona la cara del asiento) cuya cara periférica exterior corresponde a una cara de asiento de acoplamiento, una parte 6 de brida anular proporcionada para estar espaciada de la cara 3 de asiento en una dirección axial de la tubería, y una cara 4 cilíndrica que continúa hacia la cara 3 de asiento y formada de manera que sus contornos en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde una parte 5-1 del final de una parte 5 de la borde de la parte 6 de brida anular en el lado de un orificio de inyección de la tubería hacia la cara 3 de asiento se establece de tal manera que un ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$ , y además una condición que la relación de la longitud  $h$  de la cara 4 cilíndrica en la dirección axial de la tubería y la longitud  $H$  desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en el lado de la parte de brida anular de la parte de la cara 4 cilíndrica satisface  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$  se satisface y junto con esto, solamente está presente una bolsa en donde la formación de tensión que es un factor que provoca una arruga en la cara interior de la misma es pequeña y cuyo volumen también es pequeño.

Incidentalmente, una arandela 8 se ajusta de forma estrecha o libre en una pieza debajo del cuello de la parte 6 de la brida anular por medios tales como calafateo. Una cara 8-1 de apoyo en la arandela 8 que se apoya en una tuerca 9 de sujeción se forma en una cara plana, una cara cónica, o una cara esférica. Además un cara de apoyo de la parte 6 de brida anular que apoya sobre la arandela 8 puede ser una cara plana perpendicular al eje de la tubería o una cara cónica cuyo diámetro se reduce hacia atrás.

Tuberías de inyección de combustible de alta presión según las realizaciones segunda a quinta mostradas en las Figuras 2 a 5 muestran unas del tipo sin arandela y unas del tipo con arandela general. De forma similar a la tubería de inyección de combustible de alta presión de la Figura 1 mirando sus estructuras, tienen cada una, en una parte final de conexión de una tubería 1 de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro, una parte 2 de cabezal de conexión que incluye una cara 3 (que presiona la cara de asiento) de asiento cónica truncada cuya cara periférica exterior corresponde a una cara de asiento acoplada, una parte 6 de brida anular proporcionada para estar espaciada de la cara 3 de asiento en la dirección axial de la tubería, y una cara 4 cilíndrica que continúa hacia la cara 3 de asiento y formada de manera que sus contornos en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde una parte 5-1 de la parte 5 de la borde de la parte 6 de la brida anular en el lado del orificio de inyección de la tubería hacia la cara 3 de asiento se establece de manera que un ángulo  $\theta$  de apertura lateral

posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$ , y además una condición que la relación de la longitud  $h$  de la cara 4 cilíndrica en la dirección axial de la tubería y la longitud  $H$  desde un final de la parte de cabezal de conexión a una parte final de la parte de la borde al lado de la parte de la brida anular de la parte de la cara 4 cilíndrica satisface  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$  se satisface.

5 Aquí, la tubería de inyección de combustible de alta presión mostrada en la Figura 2 es una tubería de inyección de combustible de alta presión del tipo sin arandela de la parte de cabezal de conexión en donde una cara 6a posterior de la parte 6 de brida anular está formada en una cara cónica (una cara cónica) cuyo diámetro se reduce en la dirección axial de la tubería hacia atrás; la tubería de inyección de combustible de alta presión mostrada en la Figura 3 es una tubería de inyección de combustible de alta presión del tipo sin arandela de una parte de cabezal de conexión en donde la cara 6b de la parte 6 de brida anular está formada por una cara esférica (una cara arqueada) cuyo diámetro se reduce en la dirección axial de la tubería hacia atrás; la tubería de inyección de combustible de alta presión de la Figura 4 es del tipo con arandela general de una tubería de inyección de combustible de alta presión en donde se instala una arandela 8 ordinaria se ajusta de forma estrecha o libre en una parte bajo el cuello de la parte 6 de brida anular por medios tales como calafateo; y la tubería de inyección de combustible de alta presión mostrada en la Figura 5 es una tubería de inyección de combustible de alta presión de un tipo de arandela esférica cara posterior que utiliza una arandela 8 cuya cara 8a de apoyo se forma apoyando sobre una tuerca 9 de sujeción en una cara esférica.

Una tubería de inyección de combustible de alta presión de una sexta realización mostrada en la Figura 6 es sustancialmente similar a las tuberías de inyección de combustible de alta presión según las primera a quinta realizaciones mostradas en las Figuras 1 a Figura 5 excepto que los contornos de la cara 4 cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería se forma para tener una cara 4' que presenta una forma de arco que se proyecta hacia delante. Aquí, la razón por la que los contornos de la cara 4' cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería presenta una forma de arco ligeramente proyectado hacia delante es porque el fenómeno de muelle posterior o similares ocurren durante la formación de la parte de cabezal de conexión como se describió anteriormente.

En las tuberías de inyección de alta presión según las primera a sexta realizaciones mostradas en las Figuras 1 a Figura 6 de la presente invención, la parte de cabezal de conexión que tiene la cara 3 de asiento arqueado truncado o cónico truncado cuya cara exterior periférica a la parte de asiento acoplado se alabea y se forma mediante presión externa una parte final de una tubería 1 de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene un diámetro relativamente pequeño en la dirección axial de la tubería mediante el elemento 11 de perforación, como se describió anteriormente. A este respecto, el elemento 11 de perforación de la presente invención utilizado para la formación de la parte de cabezal de conexión tiene una estructura que tiene una parte 11-1 plana; una parte 11-2 arqueada; una parte 11-3 diametral interior que tiene contornos en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería que satisface la condición de que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$  y  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ ; y una cara 11-4 arqueada o cara cónica que corresponde a la parte 6 de brida anular de la parte 2 de cabezal de conexión; la parte 5 de la borde de la misma; la cara 4 cilíndrica de la misma que tiene los contornos que satisfacen la condición de que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en una forma en sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$  y  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ ; y la cara de asiento (que presiona la cara de asiento) 3 arqueada truncada o cónica truncada, respectivamente, y una parte 11-5 de barra maciza, como se muestra en una realización en la Figura 7.

A continuación, se describirá un método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención que utiliza el elemento 11 de perforación mencionado mostrado en la Figura 7 con referencia a las Figuras 8 a Figura 10.

El método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión mostrado en la Figura 8 comprende un mandril 10 sobre la tubería 1 de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que se ha cortado para tener una longitud de producto especificada y cuya parte final de la apertura se ha sometido a un mecanizado de achaflanado mientras se dejaba un margen para mecanizar una parte W del cabezal en un estado en el que la arandela 8 (Figura 9) se ha separado del mandril 10 e instalado libremente en el tubo de acero, y luego prensar una parte extrema distal de la tubería de acero colocada en este estado en la dirección axial de la tubería mediante el elemento 11 de perforación. Mediante este prensado, una parte del margen para trabajar una parte W del cabezal de la tubería 1 de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro fluye de manera plástica, así que, en la parte extrema distal de la tubería de acero, la parte 2 del cabezal de conexión se compone de una cara de asiento (que presiona la cara de asiento) 3 cónica truncada cuya cara periférica exterior corresponde a una parte de asiento acoplada, la parte 6 de brida anular proporcionada como para estar espaciada de la cara 3 de asiento en la dirección axial de la tubería, y la cara 4 cilíndrica que continúa la cara 3 de asiento y formada de manera que sus contornos en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde una parte 5-1 de la parte 5 de la borde periférica más interior de la parte 6 de brida anular en el lado del orificio de inyección de la tubería hacia la cara 3 de asiento satisface la condición de que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$  y  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ . En el caso de este método, la arandela 8 se desplaza a una zona por debajo del cuello de la parte 2 del cabezal de conexión para ser instalada al respecto después de la formación de la prensa.

El método de fabricación de la tubería de inyección de combustible de alta presión mostrado en la Figura 9 es un método que comprende preliminarmente montar la arandela 8 en la tubería 1 de acero de paredes gruesas y diámetro pequeño en el lado del extremo distal de la tubería 1 de acero dejando entretanto un margen para trabajar una parte W del cabezal de la parte de cabezal de conexión, y a partir de entonces realizar la prensa para formar en tal estado que una parte de la tubería de acero posicionada cerca de la parte final de la misma se ha mantenido mediante un mandril 10', en donde la arandela 8 se monta en la parte final de la tubería 1 de acero de paredes gruesas y diámetro pequeño que se ha cortado para tener una longitud de producto especificada y cuya parte final de la apertura se ha sujetado para un mecanizado de achaflanado mientras el margen para mecanizar la parte W del cabezal de la parte de cabezal de conexión se deja preliminarmente en el lado del extremo distal de la tubería 1 de acero, y la parte del extremo distal de la tubería de acero se prensa luego en la dirección axial de la tubería mediante el elemento 11 de perforación en un momento tal que la tubería de acero ha estado sujeta por el mandril 10'. Al prensar este, una parte del margen para trabajar una parte W de cabezal de la tubería 1 de paredes gruesas y diámetro pequeño se fluidifica plásticamente, así que, en la parte del extremo distal de la tubería de acero, la parte 2 de cabezal de conexión se compone de una cara 3 de asiento (que presiona la cara de asiento) cónica truncada cuya cara periférica exterior corresponde a una parte de asiento acoplado, la parte 6 de brida anular proporcionada para estar separada de la cara 3 de asiento en la dirección axial de la tubería, y la cara 4 cilíndrica que continúa la cara 3 de asiento y formada de tal manera que sus contornos en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde una parte 5-1 final de la parte 5 de la borde periférica más interior de la parte 6 de brida anular en el lado del orificio de inyección de la tubería hacia la cara 3 de asiento satisface la condición de que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$  y  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ .

Es decir, según el método de fabricación de la presente invención, mediante la utilización del elemento 11 de perforación que tiene una parte 11-1 plana, la parte 11-2 arqueada, la parte 11-3 diametral interior que tienen los contornos en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería que satisfacen la condición de que el ángulo de apertura lateral posterior hacia el eje de la tubería en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$  y  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ , la cara cónica o la cara 11-4 arqueada, y la parte de barra maciza, como el estado de la parte de cabezal de conexión durante la formación del mismo y en un momento de completar la formación del mismo en una etapa para formar el cabezal de conexión utilizando un elemento de perforación que tiene sustancialmente la misma estructura en sección que el elemento de perforación mostrado en la Figura 7 anteriormente descrita se muestran en la Figura 10, el movimiento (flechas S) de un material de tubería interior forzado para ser fluidificado por el movimiento de un material de tubería que fluyó a lo largo de una cara de la pared de la parte 11-3 diametral interior que tiene los contornos del elemento 11 de perforación en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería que satisface la condición de que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$  y  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$  llega a ser más grande según el incremento en longitud de la parte 11-3 (la cara 4 cilíndrica) diametral interior en la dirección axial de la tubería durante la formación de la parte de cabezal de conexión como se muestra en la Figura 10A, así que llega a ser posible reducir las expansiones de un volumen de la parte P de la bolsa y la formación de tensión que es un factor que provoca una arruga en la parte de bolsa como se muestra en la Figura 10B.

### Ejemplos

A continuación se muestran ejemplos según la invención. Los Ejemplos 1 y 2 de los Ejemplos 1 a 4 respectivamente muestran ejemplos que utilizan tuberías de inyección de combustible de alta presión mostrados en la Figura 11 y la Figura 12 (el Ejemplo 3 no se muestra), en donde la relación (h/H) de la longitud h de la cara cilíndrica de la parte de cabezal de conexión en la dirección axial de la tubería y la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la cara cilíndrica en el lado de la parte de brida anular era constante (0,5), y el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de los contornos de la cara cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería era cambiado de forma diversa; y el Ejemplo 4 muestra un caso de utilización de tubería de inyección de combustible de alta presión en donde, como en los Ejemplos 1 a 3, la relación (h/H) de la longitud h de la cara cilíndrica de la parte de cabezal de conexión en la dirección axial de la tubería y la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la cara cilíndrica en el lado de la parte de brida anular era constante (0,5), y el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de los contornos de la cara cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería era cambiado. (Figura 13)

Además, los Ejemplos 5, 8 y 9 de los Ejemplos 5 a 9 son ejemplos que utilizan tuberías de inyección de combustible de alta presión mostrados en las Figuras 14 a 16, respectivamente, que muestran un caso en donde el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de los contornos de la cara cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería era constante ( $15^\circ$ ), y la relación (h/H) de la longitud de la cara cilíndrica de la parte de cabezal de conexión en la dirección axial de la tubería y la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte extrema de la parte de la borde en el lado de la parte de brida anular de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería era cambiada de forma diversa; y los Ejemplos 6 y 7 muestran ejemplos que utilizan tuberías de inyección de combustible de alta presión (no mostrados) en donde, como en los Ejemplos 5, 8 y 9, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de los contornos de la cara cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería era constante ( $15^\circ$ ), y la relación (h/H) de la longitud h de la cara cilíndrica de la parte de cabezal de conexión en la dirección axial de la tubería y la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la

parte de la borde en la parte de brida anular de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería era cambiada de forma diversa.

5 Por otra parte, los Ejemplos Comparativos 1 a 3 muestran los casos en los que la relación de la longitud  $h$  de la cara cilíndrica de la parte de cabezal de conexión en la dirección axial de la tubería y la longitud  $H$  desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en el lado de la parte de brida anular era constante (0,5), y el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de los contornos de la cara cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería se desvía del intervalo de la presente invención; y los Ejemplos Comparativos 4 y 5 muestran los casos en los que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de los contornos de la cara cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería era constante ( $15^\circ$ ), y la relación ( $h/H$ ) de la longitud  $h$  de la cara cilíndrica de la parte de cabezal de conexión en la dirección axial de la tubería y la longitud  $H$  desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en el lado de la parte de brida anular de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería se desvía del intervalo de la presente invención.

10 Adicionalmente, las relaciones entre el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior y una tensión de la parte de la bolsa y las relaciones entre la  $h/H$  y una tensión de la parte de la bolsa mostrada en los respectivos Ejemplos y los respectivos Ejemplos Comparativos se muestran en la Figura 17 y en la Figura 18, respectivamente.

### Ejemplo 1

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión mostrado en la Figura 11 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro  $D$  de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior  $D_{in}$  de 4,0 mm, y un espesor de pared  $t$  de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

25 En cuanto al diámetro  $D$  de la tubería y el espesor  $t$  de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo, la distancia  $L$  desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud  $h$  de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud  $H$  desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en la parte de brida anular, la  $h/H$  eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 3^\circ$ ,  $h = 2$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,5$ , respectivamente.

30 Como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida en la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la bolsa (parte anular rebajada) en la cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión fue un valor extremadamente pequeño como 0,85.

### Ejemplo 2

35 Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión mostrado en la Figura 12 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro  $D$  de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior  $D_{in}$  de 4,0 mm, y un espesor de pared  $t$  de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal de conexión mostrado en la Figura 8.

40 En cuanto al diámetro  $D$  de la tubería y el espesor  $t$  de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo, la distancia  $L$  desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud  $h$  de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud  $H$  desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en la parte de brida anular, y la  $h/H$  eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 10^\circ$ ,  $h = 2$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,5$ , respectivamente.

45 En este Ejemplo, como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida en la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la parte de bolsa fue también un valor extremadamente pequeño como 0,84.

### Ejemplo 3

50 Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión (no mostrado) se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro  $D$  de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior  $D_{in}$  de 4,0 mm, y un espesor de pared  $t$  de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 mediante un método de formación similar al método de formación

de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

En cuanto al diámetro  $D$  de la tubería y el espesor  $t$  de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo, la distancia  $L$  desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud  $h$  de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud  $H$  desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en la parte de brida anular, y la  $h/H$  eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 15^\circ$ ,  $h = 2$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,5$ , respectivamente.

En este Ejemplo, como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida en la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la parte de bolsa fue también un valor extremadamente pequeño como 0,83.

#### Ejemplo 4

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión mostrado en la Figura 13 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro  $D$  de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior  $D_{in}$  de 4,0 mm, y un espesor de pared  $t$  de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

En cuanto al diámetro  $D$  de la tubería y el espesor  $t$  de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo, la distancia  $L$  desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud  $h$  de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud  $H$  desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en la parte de brida anular, y la  $h/H$  eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 20^\circ$ ,  $h = 2$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,5$ , respectivamente.

En este Ejemplo, como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida en la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la parte de bolsa fue también un valor extremadamente pequeño como 0,86.

#### Ejemplo Comparativo 1

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión que era aproximadamente similar a la del Ejemplo 1 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro  $D$  de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior  $D_{in}$  de 4,0 mm, y un espesor de pared  $t$  de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la parte 11-3 diametral interior mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

En cuanto al diámetro  $D$  de la tubería y el espesor  $t$  de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo Comparativo, la distancia  $L$  desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud  $h$  de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud  $H$  desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en el lado de la parte de brida anular, y la  $h/H$  eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 25^\circ$ ,  $h = 2$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,5$ , respectivamente.

Como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida de la tubería de inyección de combustible de alta presión en este Ejemplo Comparativo, la cantidad de tensión de la parte de bolsa (parte anular rebajada) en la cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión indicó un valor relativamente alto como 0,95.

#### Ejemplo Comparativo 2

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión que era aproximadamente similar a la del Ejemplo 2 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro  $D$  de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior  $D_{in}$  de 4,0 mm, y un espesor de pared  $t$  de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la parte 11-3 diametral interior mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

En cuanto al diámetro D de la tubería y el espesor t de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo Comparativo, la distancia L desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en el lado de la parte de brida anular, y la h/H eran  $L = 5,3 \text{ mm}$ ,  $\theta = 30^\circ$ ,  $h = 2 \text{ mm}$ ,  $H = 4 \text{ mm}$  y  $h/H = 0,5$ , respectivamente.

En este Ejemplo Comparativo, como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida de la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la parte de bolsa indicó un valor más alto que el del Ejemplo Comparativo 1 como 1,02.

### Ejemplo Comparativo 3

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión que era aproximadamente similar a la del Ejemplo 2 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro D de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior Din de 4,0 mm, y un espesor de pared t de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la parte 11-3 diametral interior mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

En cuanto al diámetro D de la tubería y el espesor t de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo Comparativo, la distancia L desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde en el lado de la parte de brida anular, y la h/H eran  $L = 5,3 \text{ mm}$ ,  $\theta = 35^\circ$ ,  $h = 2 \text{ mm}$ ,  $H = 4 \text{ mm}$  y  $h/H = 0,5$ , respectivamente.

En este Ejemplo Comparativo, como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida de la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la parte de bolsa indicó un valor adicional más alto que el del Ejemplo Comparativo 2 como 1,1.

### Ejemplo 5

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión mostrado en la Figura 14 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro D de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior Din de 4,0 mm, y un espesor de pared t de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por las longitudes de la parte 11-3 diametral interior y la cara cónica o la cara 11-4 arqueada en la dirección axial de la tubería mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

En cuanto al diámetro D de la tubería y el espesor t de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo, la distancia L desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde de la parte de brida anular, y la h/H eran  $L = 5,3 \text{ mm}$ ,  $\theta = 15^\circ$ ,  $h = 1,33 \text{ mm}$ ,  $H = 4 \text{ mm}$  y  $h/H = 0,33$ , respectivamente.

Como un resultado del análisis FEM de una situación de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión de la tubería de inyección de combustible de alta presión en este Ejemplo, la cantidad de tensión de la bolsa (parte anular rebajada) en la cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión fue un valor menor como 0,93 en este Ejemplo.

### Ejemplo 6

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión (no mostrado) se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro D de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior Din de 4,0 mm, y un espesor de pared t de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por las longitudes de la parte 11-3 diametral interior y la cara cónica o la cara 11-4 arqueada en la dirección axial de la tubería mediante un método de formación similar al

método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

En cuanto al diámetro D de la tubería y el espesor t de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo, la distancia L desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde de la parte de brida anular, y la h/H eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 15^\circ$ ,  $h = 1,6$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,4$ , respectivamente.

Como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión de la tubería de inyección de combustible de alta presión en este Ejemplo, la cantidad de tensión de la parte de bolsa (parte anular rebajada) en la cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión fue también un valor extremadamente pequeño como 0,86 en este Ejemplo.

### Ejemplo 7

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión (no mostrado) se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro D de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior Din de 4,0 mm, y un espesor de pared t de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por las longitudes de la parte 11-3 diametral interior y la cara cónica o la cara 11-4 arqueada en la dirección axial de la tubería mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

En cuanto al diámetro D de la tubería y el espesor t de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo, la distancia L desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde de la parte de brida anular, y la h/H eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 15^\circ$ ,  $h = 2,0$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,5$ , respectivamente.

En este Ejemplo, como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida en la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la parte de bolsa fue también un valor extremadamente pequeño como 0,84.

### Ejemplo 8

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión mostrado en la Figura 15 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro D de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior Din de 4,0 mm, y un espesor de pared t de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por las longitudes de la parte 11-3 diametral interior y la cara cónica o la cara 11-4 arqueada en la dirección axial de la tubería mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

En cuanto al diámetro D de la tubería y el espesor t de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo, la distancia L desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde de la parte de brida anular, y la h/H eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 15^\circ$ ,  $h = 2,4$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,60$ , respectivamente.

En este Ejemplo, como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida en la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la parte de bolsa fue también un valor extremadamente pequeño como 0,833.

### Ejemplo 9

Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión mostrado en la Figura 16 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro D de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior Din de 4,0 mm, y un espesor de pared t de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por las longitudes de la parte 11-3 diametral interior y la cara cónica o la cara 11-4 arqueada en la dirección axial de la tubería mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

5 En cuanto al diámetro D de la tubería y el espesor t de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo, la distancia L desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde de la parte de brida anular, y la h/H eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 15^\circ$ ,  $h = 3,4$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,85$ , respectivamente.

10 En este Ejemplo, como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión obtenida en la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la parte de bolsa fue también un valor extremadamente pequeño como 0,83.

#### Ejemplo Comparativo 4

15 Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión (no mostrado) que era aproximadamente similar al del Ejemplo 2 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro D de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior Din de 4,0 mm, y un espesor de pared t de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por las longitudes de la parte 11-3 diametral interior y la cara cónica o la cara 11-4 arqueada en la dirección axial de la tubería mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

20 En cuanto al diámetro D de la tubería y el espesor t de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo Comparativo, la distancia L desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde de la parte de brida anular, y la h/H eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 15^\circ$ ,  $h = 1,2$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,30$ , respectivamente.

25 Como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión de la tubería de inyección de combustible de alta presión en este Ejemplo Comparativo, la cantidad de tensión de la parte de bolsa (parte anular rebajada) en la cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión indicó un valor alto como 0,98.

#### Ejemplo Comparativo 5

35 Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión (no mostrado) que era aproximadamente similar al del Ejemplo 1 se fabricó utilizando una tubería ( $t/D = 0,27$ ) (material: DIN equivalente a ST52) de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro que tiene una tubería de diámetro D de 9,0 mm, un tubería de diámetro interior Din de 4,0 mm, y un espesor de pared t de 2,5 mm y además que utiliza un elemento de perforación aproximadamente similar al elemento de perforación mostrado en la Figura 7 excepto por las longitudes de la parte 11-3 diametral interior y la cara cónica o la cara 11-4 arqueada en la dirección axial de la tubería mediante un método de formación similar al método de formación de la parte de cabezal mostrado en la Figura 8.

40 En cuanto al diámetro D de la tubería y el espesor t de pared de la tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro en este Ejemplo Comparativo, la distancia L desde el final de la parte de cabezal de conexión de la parte de cabezal de conexión obtenida hasta la cara posterior de la parte de brida anular en la dirección axial de la tubería, el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior de la cara cilíndrica, la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión a la parte final de la parte de la borde de la parte de brida anular, y la h/H eran  $L = 5,3$  mm,  $\theta = 15^\circ$ ,  $h = 0,8$  mm,  $H = 4$  mm y  $h/H = 0,20$ , respectivamente.

45 En este Ejemplo Comparativo, como un resultado del análisis FEM de una situación de la superficie de una parte de bolsa (parte anular rebajada) en la que una cantidad de tensión debido a la formación llegó a ser máxima en una cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión de la tubería de inyección de combustible de alta presión, la cantidad de tensión de la parte de bolsa (parte anular rebajada) indicó un valor extremadamente alto como 1,14.

#### 50 **Aplicabilidad Industrial**

55 En la tubería de inyección de combustible de alta presión según la presente invención, por formación de la cara cilíndrica que tiene un contorno desde la parte final de la parte de la borde periférica más interior de la parte de brida anular en el lado del orificio de inyección de la tubería hacia la cara de asiento de tal manera que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería cae dentro de un rango de  $0^\circ$  a  $20^\circ$  y establecer la relación de la longitud h de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería la longitud H desde el final de la parte de cabezal de conexión hasta la parte final de la cara cilíndrica en el lado de la parte de brida

5 anular para satisfacer  $0.33 \leq h/H \leq 0.85$ , se puede obtener una parte de cabezal de conexión, en la cual el sobredimensionamiento de una bolsa (parte anular rebajada) generada dentro de la parte de cabezal de conexión por medio de plástico trabajado se puede suprimir y la generación de una formación de arruga se puede suprimir. De este modo, se eliminan los riesgos de generación de una grieta en una parte de valle de la parte de bolsa durante la formación de la parte de cabezal de conexión y generación de una grieta debida a erosión provocada por cavitación por la presión del fluido dentro de la parte de cabezal de conexión, así como por el alargamiento del diámetro interior asociado a la formación de la bolsa y un fenómeno creciente del esfuerzo de tensión de la superficie interior debido a la concentración de esfuerzo durante la formación de la parte de cabezal de conexión, y además se puede reducir en gran parte la posibilidad de que la cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión actúe como un punto de inicio de fallo por fatiga.

10 Además, según el método de fabricación de la tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte de cabezal de conexión según la presente invención, se puede fabricar una tubería de inyección de combustible de alta presión de alta calidad en la que el movimiento del material interno de la tubería forzado para fluidificar según el movimiento de un material que fluye a lo largo de la cara cilíndrica en la parte diametral interior de la perforación durante la formación llega a ser mayor según el incremento de la longitud de la cara cilíndrica en la dirección axial de la tubería, y se pueden reducir expansiones de volumen de la parte de bolsa y la formación de tensión, de modo que se eliminan un riesgo de generación de una grieta debida a erosión provocada por cavitación por la presión del fluido periférica interior de la parte de cabezal de conexión y alargamiento del diámetro interior asociado a la formación de la bolsa y un fenómeno creciente de esfuerzo de tensión en la superficie interior debido a la concentración de esfuerzo durante la formación de la parte de cabezal de conexión, y además se puede reducir en gran parte la posibilidad de que la cara periférica interior de la parte de cabezal de conexión actúe como un punto de inicio del fallo por fatiga.

25 Por consiguiente, la presente invención se puede aplicar no solamente a una tubería de inyección de combustible de alta presión dispuesta y frecuentemente utilizada para un paso de suministro de combustible en un motor de combustión interna diesel sino también varias tuberías de metal de alta presión que tienen una parte de cabezal de conexión obtenido a partir de una tubería de acero de paredes gruesas que tiene un diámetro relativamente pequeño, y es considerablemente alta en valor de utilidad industrial.

**Explicación de Números de Referencia**

- 1 : tubería de acero de paredes gruesas y pequeño diámetro
- 30 2 : parte de cabezal de conexión
- 3 : cara de asiento esférica (que presiona el asiento de la cara)
- 4, 4' : cara cilíndrica
- 5 : parte de borde
- 6 : parte de brida anular
- 35 7 : parte de acoplamiento
- 7a : cara de asiento (cara de asiento que recibe presión)
- 8 : arandela (arandela de manguito)
- 9 : tuerca de sujeción
- 10, 10' : mandril
- 40 11 : elemento de perforación

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte (2) de cabezal de conexión que comprende, en una parte final de conexión de una tubería (1) de acero de paredes gruesas que tiene un diámetro relativamente pequeño, una cara (3) de asiento arqueada truncada o cónica truncada, una parte (6) de brida anular formada para estar separada de la cara (3) de asiento en una dirección axial de la tubería, y una cara (4) cilíndrica que continúa hacia la cara (3) de asiento y formada entre la cara (3) de asiento y la parte (5) del borde de la parte (6) de brida anular, en la que
- 10 - la parte (2) de cabezal de conexión está configurada de manera tal que la cara (4) cilíndrica tiene contornos, en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde una parte final de la parte (5) del borde de la parte (6) de brida anular hacia la cara (3), formado de manera tal que un ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$  y además, cuando la longitud de la cara (4) cilíndrica en la dirección axial de la tubería está representada por  $h$  y la longitud de la tubería en la dirección axial de la tubería desde un final de la parte (2) de cabezal de conexión hasta una parte final de la parte (5) de borde en el lado de la parte (6) de brida anular de la cara
- 15 (4) cilíndrica se representa por  $H$ , una relación de la  $h$  y la  $H$  satisface  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ , y caracterizado porque
- los contornos de la cara (4) cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería tienen la forma de una línea recta.
- 20 2. La tubería de inyección de combustible de alta presión según la reivindicación 1, en la que la cara (3) de asiento se forma con un perfil esférico.
- 25 3. Un método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión que tiene una parte (2) de cabezal de conexión que comprende una cara (3) de asiento arqueada truncada o cónica truncada, una parte (6) de brida anular formada para ser espaciada de la cara (3) de asiento en una dirección axial de la tubería, y una cara (4) cilíndrica que continúa hacia la cara (3) de asiento y formada entre la cara (3) de asiento y la parte (5) de borde de la parte (6) de brida anular, la parte (2) de cabezal de conexión que está alabeado y formado por prensado externamente de una tubería (1) de acero de paredes gruesas que tiene un diámetro relativamente pequeño en la dirección axial de la tubería mediante la utilización de un elemento (11) de perforación, en el que
- 30 - el elemento (11) de perforación que tiene una parte diametral interior que tiene contornos, en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería desde una parte final de la parte (5) de borde de la parte (6) de brida anular hacia la cara (3) de asiento, formada de tal manera que el ángulo  $\theta$  de apertura lateral posterior en la sección a lo largo de la dirección axial de la tubería satisface  $0^\circ < \theta \leq 20^\circ$ , y además, cuando la longitud de la parte diametral interior en la dirección axial de la tubería se representa por  $h$  y la longitud en la dirección axial de la tubería desde un final de la parte (2) de cabezal de conexión hasta una parte final de la parte (5) de borde en el lado de la parte (6) de brida anular de la parte diametral interior se representa por
- 35  $H$ , una relación de la  $h$  y  $H$  satisface  $0,33 \leq h/H \leq 0,85$ , y
- caracterizado porque
- los contornos de la cara (4) cilíndrica en una sección a lo largo de la dirección axial de la tubería tienen la forma de una línea recta.
- 40 4. El método de fabricación de una tubería de inyección de combustible de alta presión según la reivindicación 3, en la que la cara (3) de asiento se forma con un perfil esférico.

FIG. 1

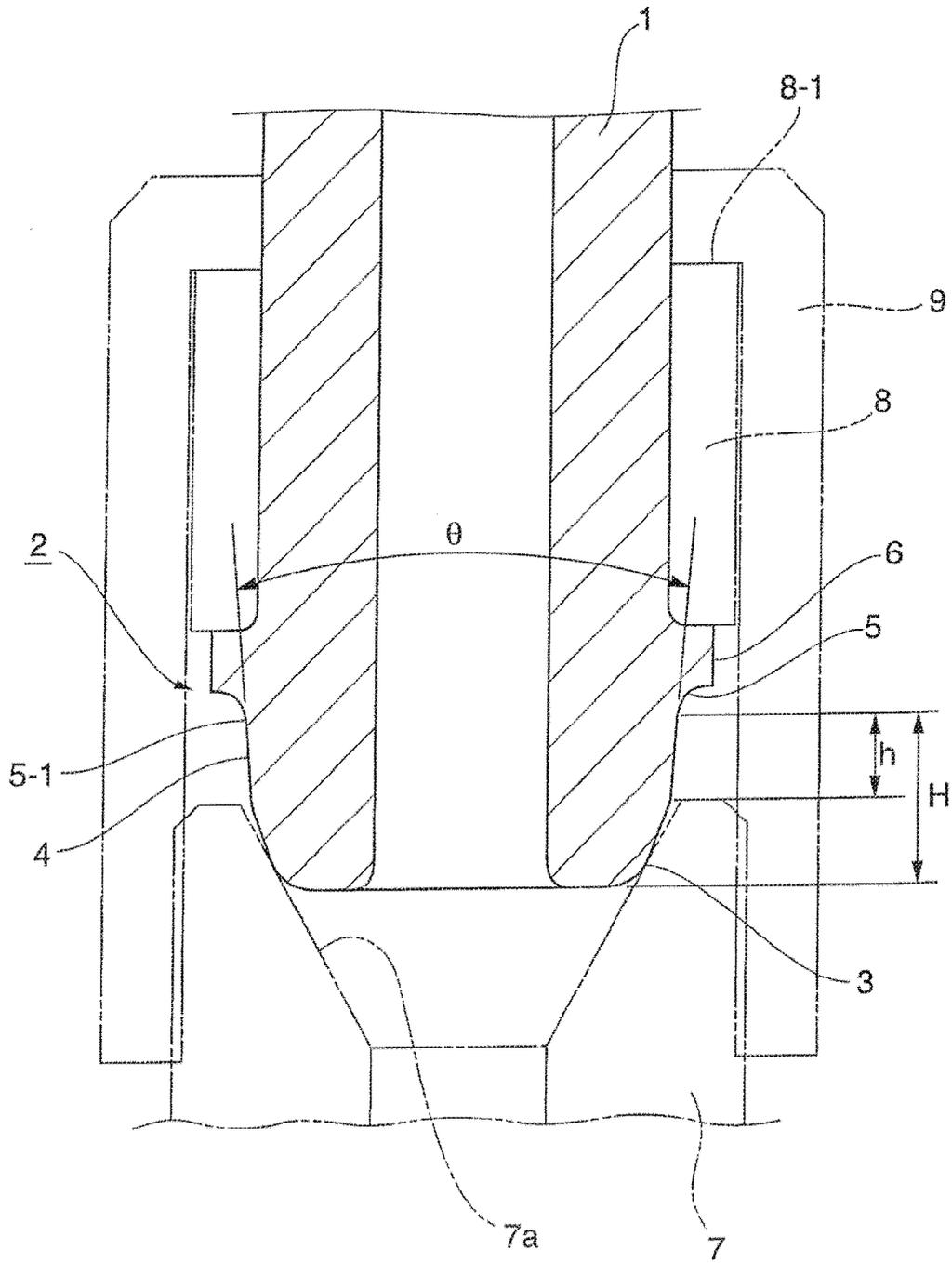


FIG. 2

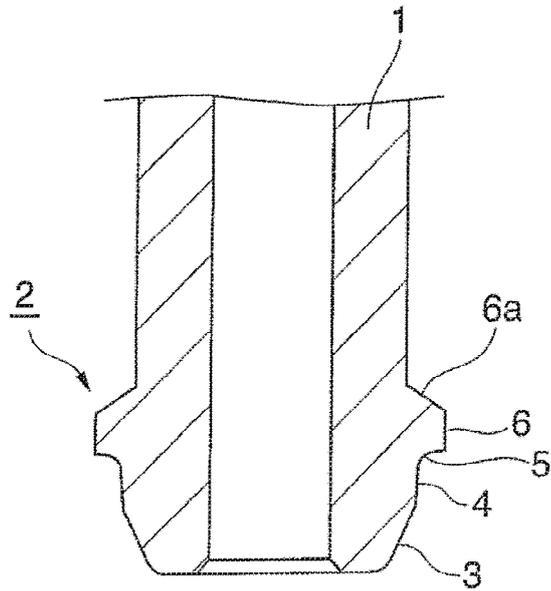


FIG. 3

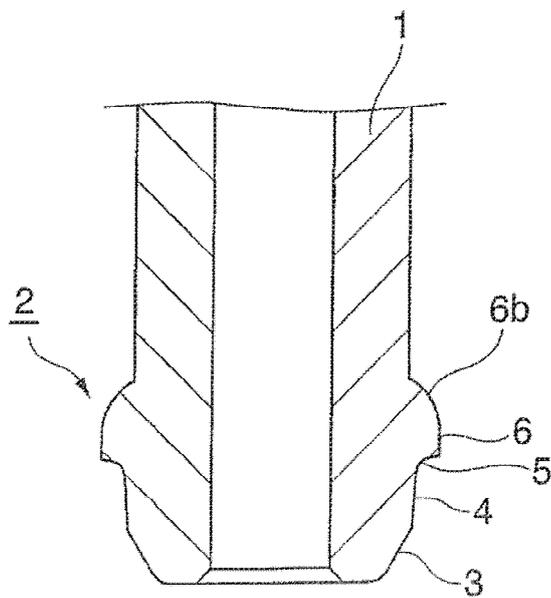


FIG. 4

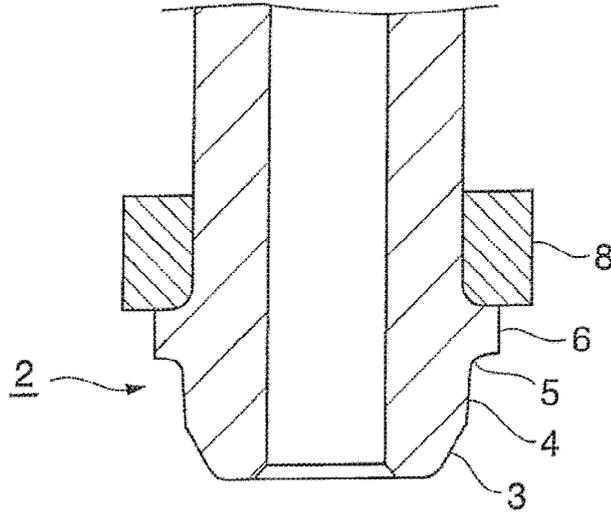


FIG. 5

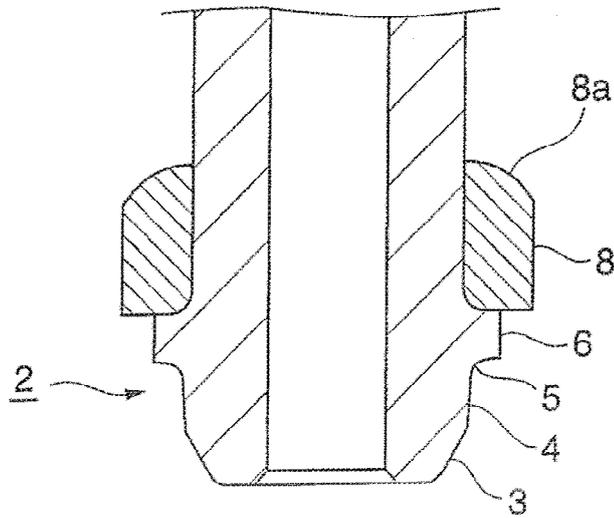


FIG. 6

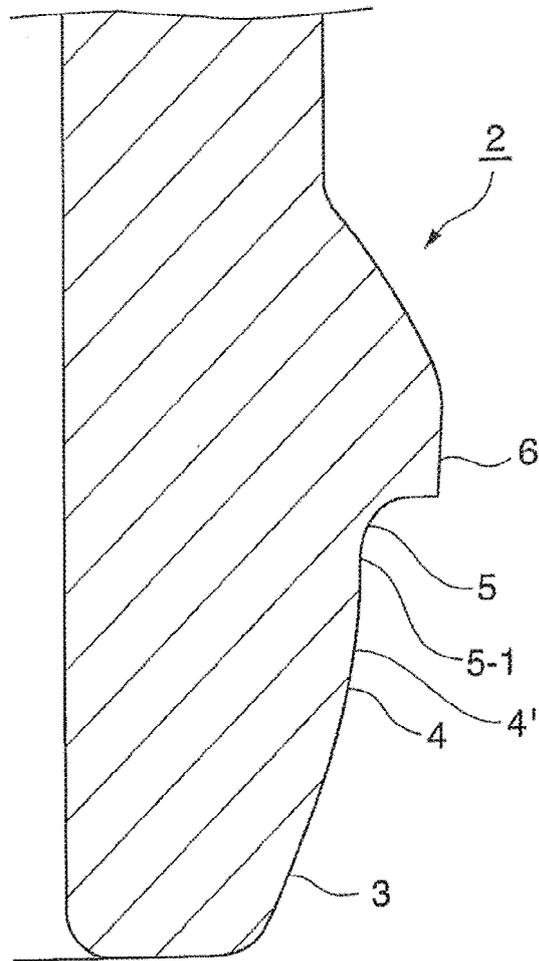


FIG. 7

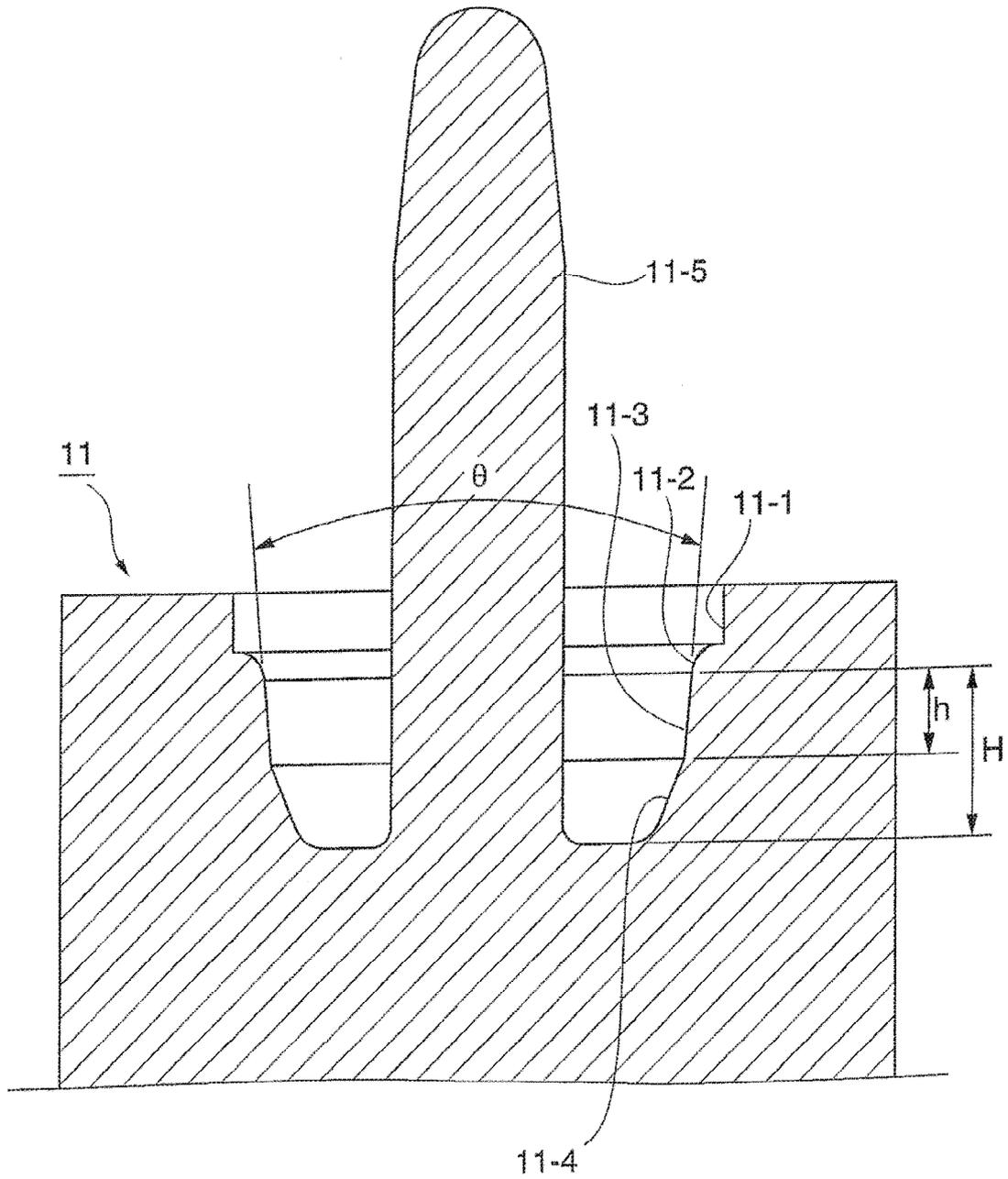


FIG. 8

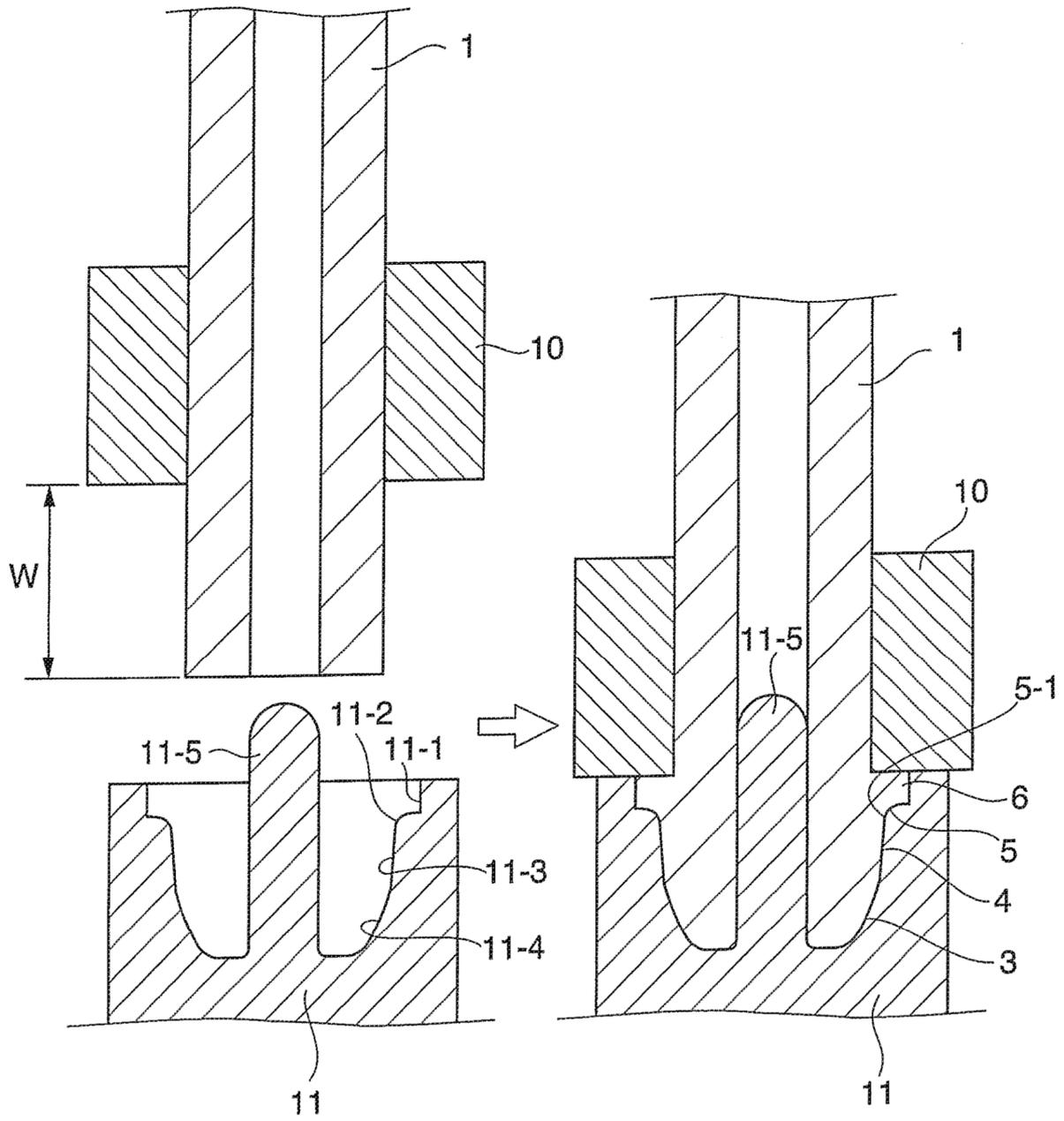


FIG. 9

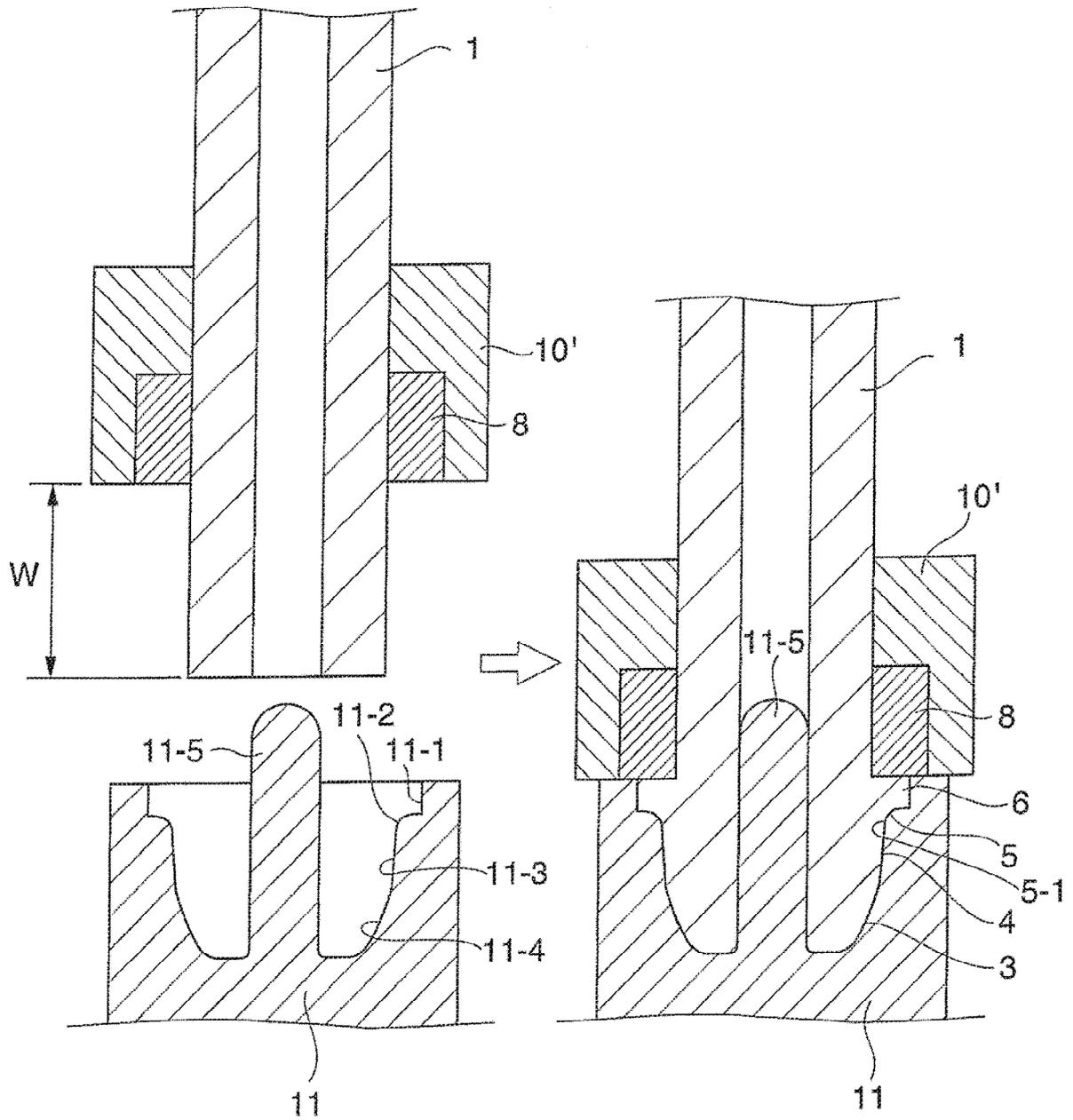


FIG. 10A

FIG. 10B

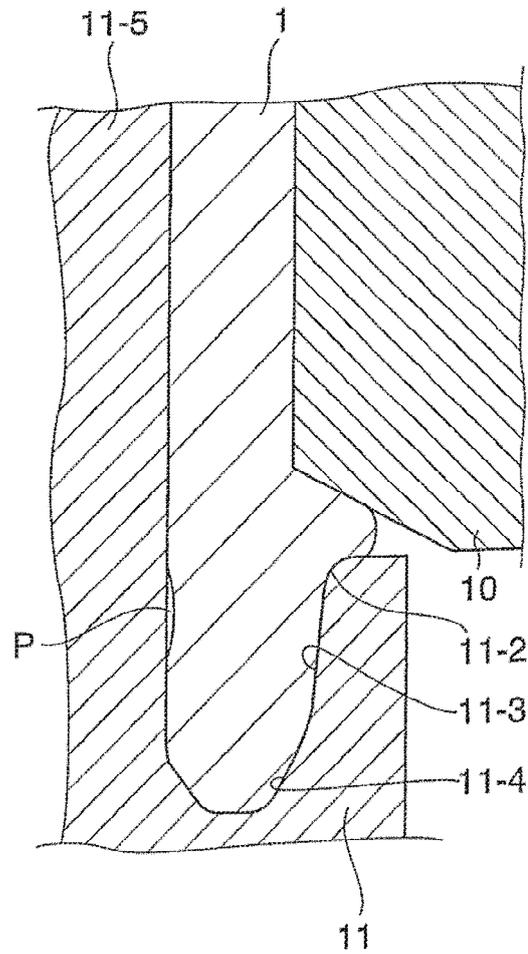
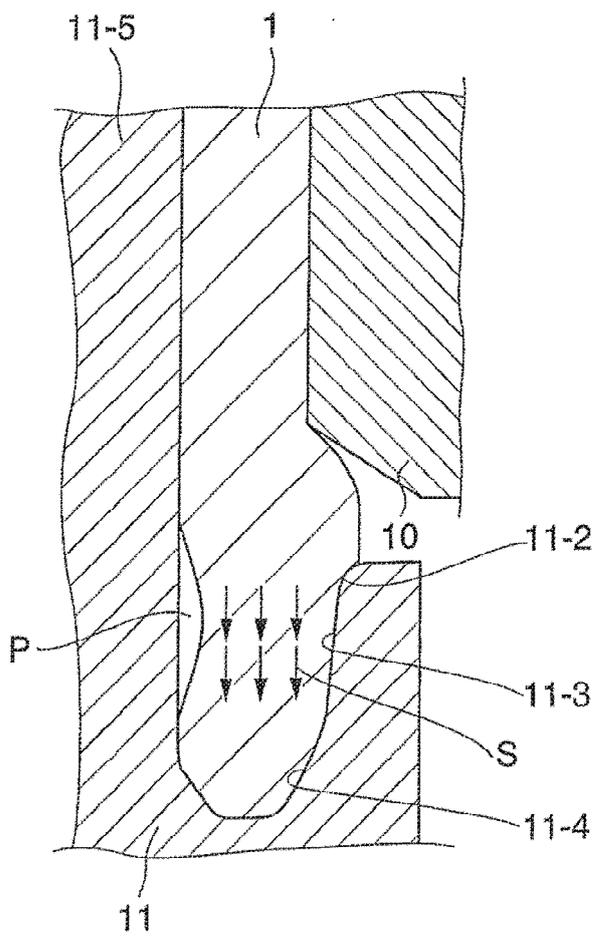


FIG. 11

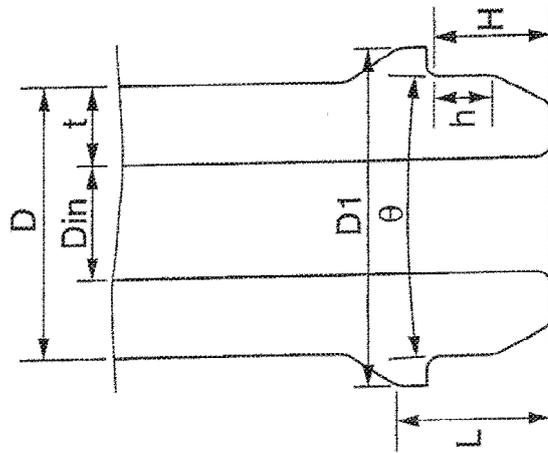


FIG. 12

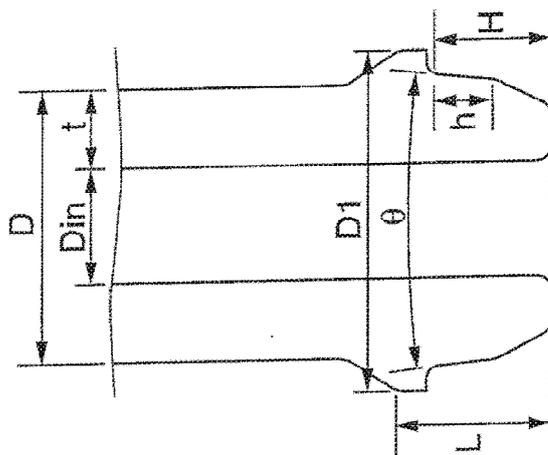


FIG. 13

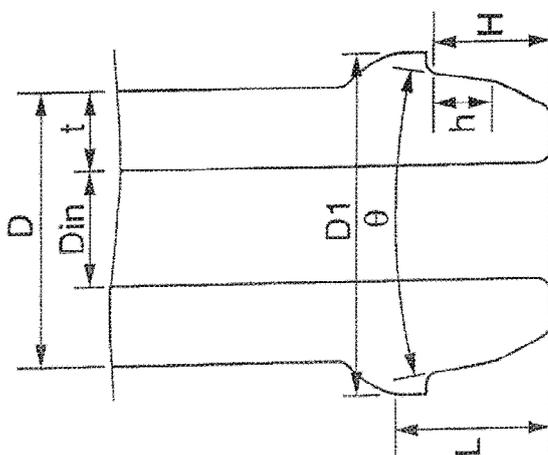


FIG. 14

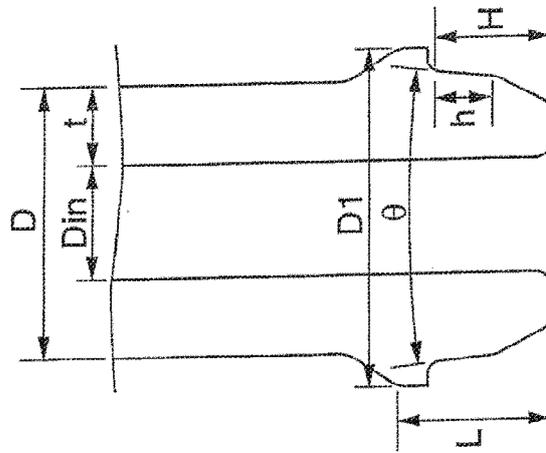


FIG. 15

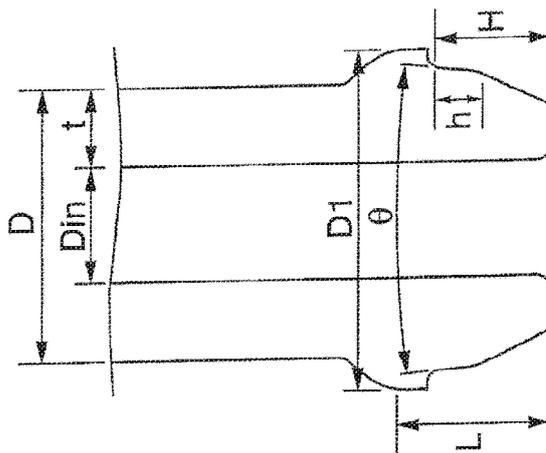


FIG. 16

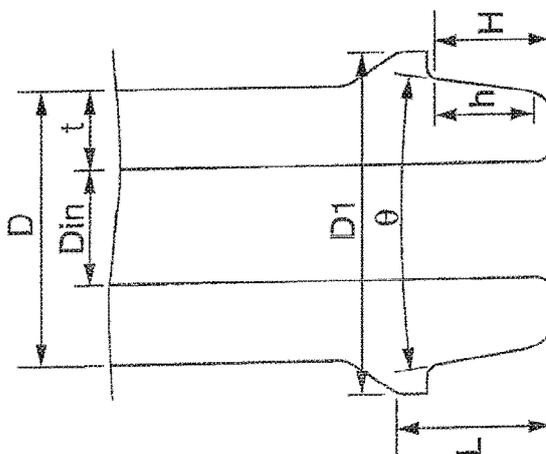


FIG. 17

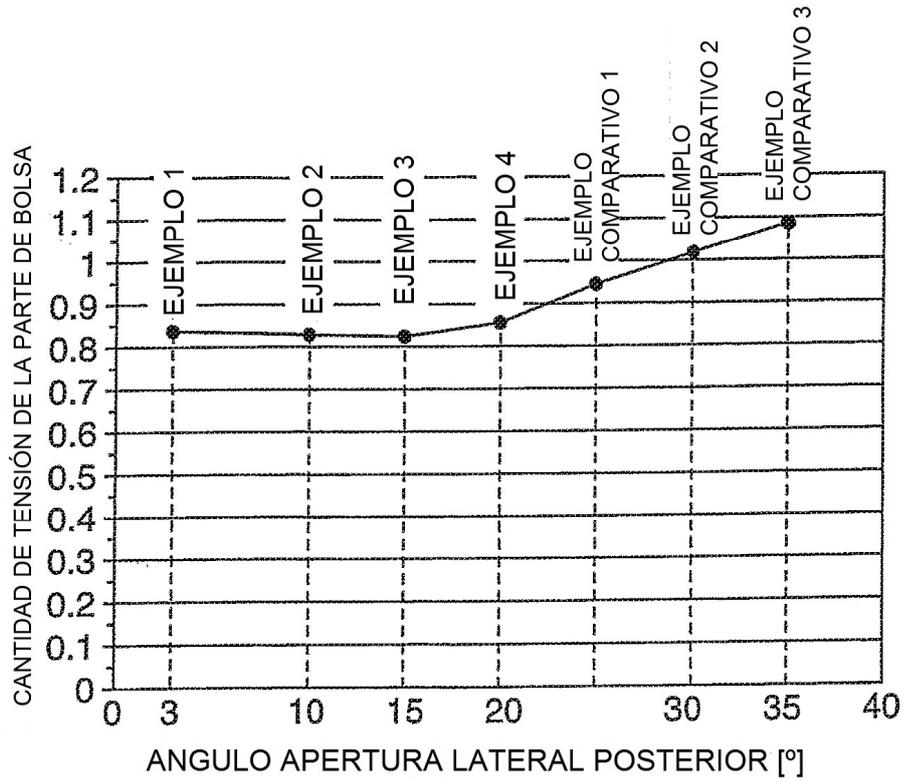


FIG. 18

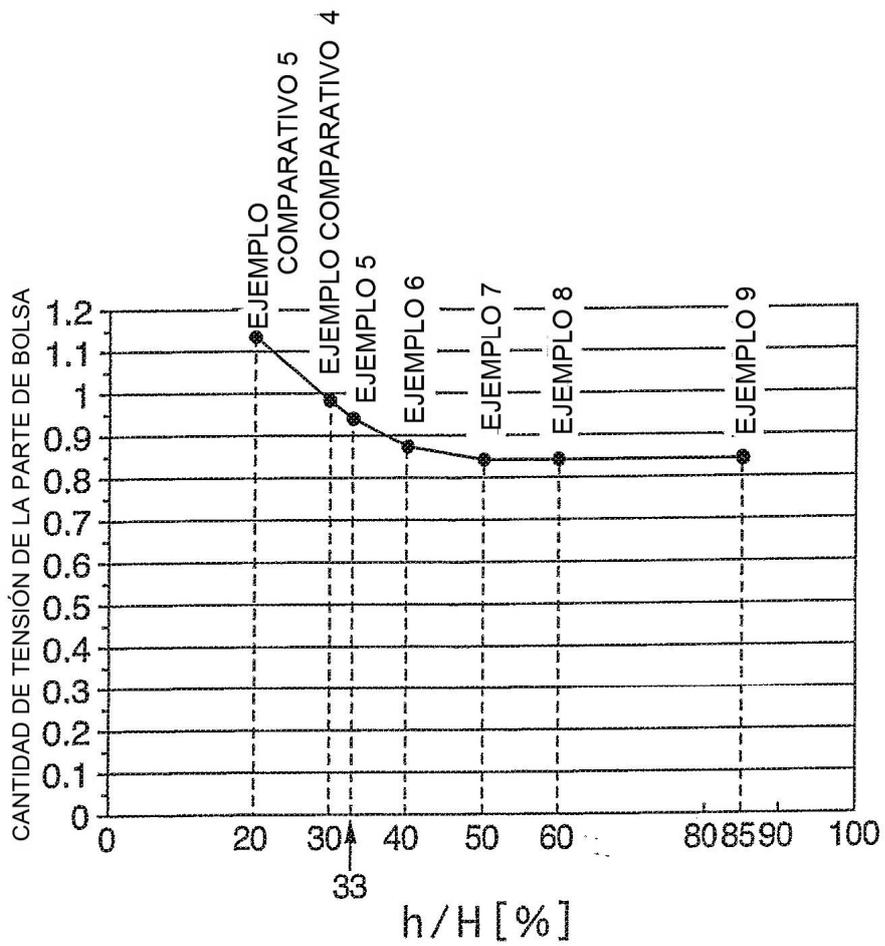


FIG. 19

