

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0708863-9 A2**



★ B R P I 0 7 0 8 8 6 3 A 2 ★

(22) Data de Depósito: 09/03/2007
(43) Data da Publicação: 14/06/2011
(RPI 2110)

(51) *Int.Cl.:*
F02M 55/02 2006.01

(54) Título: **ESTRUTURA DE CABEÇA DE CONEXÃO PARA TUBOS DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL DE ALTA PRESSÃO**

(30) Prioridade Unionista: 14/03/2006 JP 2006-070023, 15/09/2006 JP 2006-251855, 26/10/2006 JP 2006-291838

(73) Titular(es): Usui Kokusai Sangyo Kaisha Limited

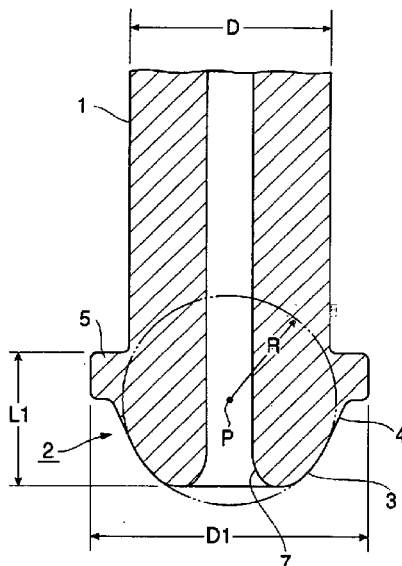
(72) Inventor(es): Koichi Hayashi, Nobuo Kato, Shoichiro Usui

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT JP2007054731 de 09/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/105659 de 20/09/2007

(57) Resumo: ESTRUTURA DE CABEÇA DE CONEXÃO PARA TUBOS DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL DE ALTA PRESSÃO. A presente invenção refere-se a tubo de injeção de combustível de alta pressão que é provido, cujo tubo impede a geração de rachadura em uma porção de bolsa na moldagem de uma cabeça, a geração de rachadura sendo devida a uma erosão por cavitação e à geração de um esforço de tração envolvido com a formação de uma bolsa, sendo o tubo resistente contra ruptura por fadiga. Em um tubo de injeção de combustível de alta pressão, compreendendo uma superfície de assento esférica, uma porção de flange anular, e uma superfície cônica contínua a partir da superfície de assento em uma extremidade de conexão de um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa e que incorpora uma arruela e uma porca de aperto, no caso de um material de tubo com t (espessura)/ D (diâmetro externo) $< 0,3$, uma extremidade de conexão é provida a uma distância axial a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira da porção de flange anular é de $0,38D$ a $0,6D$, o raio esférico da superfície de assento é de $0,45D$ a $0,65D$, e o diâmetro externo da porção de flange anular é de $1,2D$ a $1,4D$, e a superfície periférica interna da cabeça tem uma superfície cilíndrica substancialmente plana ou uma superfície cônica, enquanto, no caso de um material de tubo com t (espessura)/ D (diâmetro externo) $\geq 0,3$, a distância axial a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira de porção de flange anular é de $0,38D$ a $0,7D$.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "ESTRUTURA DE CABEÇA DE CONEXÃO PARA TUBOS DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL DE ALTA PRESSÃO".

CAMPO DA INVENÇÃO

- 5 A presente invenção refere-se a uma estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de alta pressão feitos de tubos de aço de parede espessa com um diâmetro relativamente pequeno, e geralmente usados como uma passagem de suprimento para um combustível em um motor de combustão interna a diesel, por exemplo.

10 **ANTECEDENTES DA TÉCNICA**

- Um conhecido tubo de injeção de alta pressão convencional tendo este tipo de cabeça de conexão tem, conforme exemplificado na figura 17, uma porção de cabeça de conexão 112 de um tubo de aço de parede espessa 111 com um diâmetro relativamente pequeno no qual uma superfície de assento esférica 113, uma porção de flange anular 115 provida com um intervalo a partir da superfície de assento 113 na direção do centro de eixo, e uma superfície de arco 114 contínua a partir da superfície de assento 113 para a porção de flange anular 115 e afunilada para a extremidade de ponta (vide a figura 4 do Documento de Patente 1). Neste tipo de cabeça de conexão 112, com relação à moldagem por meio de uma máquina de empenamento ao pressionar com um elemento de punção a partir de fora na direção do centro de eixo, o diâmetro interno se expande e o esforço se concentra sobre a superfície periférica interna da porção de cabeça com a expansão externa da parede periférica usada pela máquina de empenamento por meio de pressão de modo a fazer com que uma bolsa (uma porção rebaixada anular) 116 na qual um esforço de tração da superfície periférica interna aumenta e a cabeça de conexão é usada nesta circunstância. No entanto, pode haver problemas quando ocorre uma erosão de cavitação na proximidade da porção de bolsa devido ao uso de um fluido de alta pressão, e uma rachadura radial pode ser gerada no sentido radial na porção de cabeça de conexão a partir da bolsa como um ponto de partida devido a uma ruptura por fadiga da bolsa, ou uma rachadura circumferencial pode ser surgir em

volta da bolsa devido a uma ruptura por fadiga.

Como uma medida contra estes problemas, a requerente propõe um método para a fabricação da bolsa dentro da cabeça gerada na moldagem da cabeça de conexão de maneira rasa e suave em um tubo de injeção de combustível de alta pressão tendo uma cabeça de conexão de um tubo de aço de parede espessa com um diâmetro relativamente pequeno, por exemplo, formado por meio de uma superfície de assento esférica, uma porção de flange anular provida com um intervalo a partir da superfície de assento na direção do centro de eixo, e uma superfície cônica contínua a partir da superfície de assento para a porção de flange anular e afunilada na direção da extremidade de ponta por meio da provisão de uma ranhura rebaixada curvada anular com uma pequena profundidade em uma parte da superfície cônica (vide figura 1 do Documento de Patente 1), um método para cobrir a bolsa dentro do calor gerado na moldagem da cabeça de conexão tendo a superfície periférica externa em um formato cônico truncado ou uma superfície de assento em forma de arco truncado com relação à porção de assento correspondente, com um elemento cilíndrico de metal fixado no interior da cabeça (Documento de Patente 2) ou similar.

Documento de Patente 1: Impressão Aberta ao Público da Patente Japonesa N. 2003-336560.

Documento de Patente 1: Impressão Aberta ao Público da Patente Japonesa N. 2005-180218.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

PROBLEMAS A SEREM SOLUCIONADOS PELA INVENÇÃO

A presente invenção tem o objetivo de propor uma estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão que podem obter um efeito igual ou melhor que nas técnicas propostas como um meio para evitar a geração de rachadura em uma porção de calha da bolsa envolvida na formação da bolsa durante a moldagem da porção de cabeça, a geração de rachadura por erosão de cavitação observada próximo à porção de bolsa em função do escoamento do fluido de alta pressão quando usado, e a geração de um fenômeno de elevação de esforço de tração sobre a superfície interna devido ao aumento de diâmetro interno e à con-

centração de esforço devido à formação da bolsa na moldagem da cabeça.

MEIO PARA SOLUCIONAR O PROBLEMA

Uma estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de acordo com a presente invenção possui, em

5 uma extremidade de conexão de um tubo de aço de pequeno diâmetro de parede espessa com um diâmetro relativamente pequeno, uma superfície de assento esférica, uma porção de flange anular formada com um intervalo a partir da superfície de assento na direção do centro de eixo, e uma superfície cônica próxima a uma superfície substancialmente esférica contínua a

10 partir da superfície de assento para a porção de flange anular ou próximo à porção de flange anular e afunilada na direção da extremidade de ponta, e uma porca de aperto é incorporada encaixando-se direta ou indiretamente na face traseira da porção de flange anular, em que, no caso de um tubo de

15 aço de pequeno diâmetro e parede espessa de t (espessura)/ D (diâmetro externo) $< 0,3$, a distância L_1 na direção axial a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira da porção de flange anular é de $0,38D$ a $0,6D$, o raio esférico da superfície de assento é de $0,45D$ a $0,65D$, e o diâmetro externo D_1 da porção de flange anular é de $1,2D$ a $1,4D$, e a superfície periférica interna de cabeça tem um perfil de seção na direção axial do

20 tubo próximo ao diâmetro da superfície periférica interna do tubo de aço em uma face cilíndrica substancialmente plana e/ou em uma face cônica.

Ainda, a presente invenção é uma estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, caracterizada pelo fato de que uma extremidade de conexão de um tubo de aço de pequeno

25 diâmetro e parede espessa com um diâmetro relativamente pequeno possui uma superfície de assento esférica, uma porção de flange anular formada com um intervalo a partir da superfície de assento na direção do centro de eixo, e uma superfície cônica próxima a uma superfície substancialmente esférica contínua a partir da porção de flange anular para a porção de flange

30 anular ou próximo à porção de flange anular e afunilada na direção da extremidade de ponta, e incorpora uma porca de aperto encaixada direta ou indiretamente na face traseira da porção de flange anular, em que, no caso

de um tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa de t (espessura)/ D (diâmetro externo) $\geq 0,3$, a distância L_1 na direção axial a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira de flange anular é de $0,38D$ a $0,7D$, o raio esférico da superfície de assento é de $0,45D$ a $0,65D$, e o diâmetro externo D_1 da porção de flange anular é de $1,2D$ a $1,4D$, e a superfície periférica interna de cabeça tem um perfil de seção na direção axial do tubo próximo ao diâmetro da superfície periférica interna do tubo de aço em uma face cilíndrica substancialmente plana e/ou em uma face cônica.

Além disso, a presente invenção é caracterizada pelo fato de que um ângulo de vértice θ da superfície cônica (superfície de assento de pressão) da cabeça de conexão contínua a partir da superfície de assento esférica para a porção de flange anular ou próximo da porção de flange anular e afunilada na direção da extremidade de ponta é de 50 a 60 graus, o diâmetro máximo da superfície cônica é de $1,03D$ a $1,09D$, e a porção de diâmetro máximo da superfície cônica e a porção de flange anular continuam em uma superfície cônica, em uma superfície cônica com um perfil convexo ou côncavo, ou em uma superfície cilíndrica.

A porção de flange anular da cabeça de conexão da presente invenção é de preferência feita na saliência anular externa na direção do diâmetro de tubo a partir do diâmetro máximo da superfície esférica que constitui a superfície de assento, e uma arruela cilíndrica ou uma arruela cilíndrica com flange pode ser proximamente ajustada ou livremente ajustada em uma parte inferior de pescoço da porção de flange anular. Além disso, sobre o lado de face traseiro da porção de flange anular, continuando para a face traseira da porção de flange anular e acima do comprimento correspondente ao comprimento da arruela, uma porção de diâmetro grande com um diâmetro externo de tubo de $1,02D$ a $1,08D$ e uma porção afunilada contínua a partir da porção de diâmetro grande e tendo um diâmetro externo suavemente reduzido na direção axial de tubo podem ser providas. O comprimento da arruela é de preferência de $0,5D$ a $2,0D$. Ainda, a superfície de contato de porca de aperto da arruela pode ser uma superfície esférica com um raio esférico de $1,0D$ a $2,5D$, e, ainda, a superfície de contato de arruela da porca

de aperto pode ser uma superfície cônica com um ângulo de vértice θ_1 de 90 a 150 graus.

Ainda, quando o diâmetro interno do tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa é D_{in}^* , a superfície cônica da presente invenção é de preferência de um formato cônico com um diâmetro de abertura de cabeça de conexão DT de 1,2 D_{in} a 1,6 D_{in} , e a profundidade de conicidade L_t da superfície cônica de 0,65 L_1 a 1,3 L_1 . Além disso, a superfície traseira da porção de flange anular de preferência forma uma superfície perpendicular ao eixo de tubo ou uma superfície cônica cujo diâmetro é reduzido na direção da parte traseira do eixo de tubo, e o ângulo de vértice θ_2 da superfície cônica da face traseira da porção de flange anular é de preferência de 75 a 120 graus.

Além disso, quando o raio esférico R da superfície de assento da presente invenção é de 0,57D a 0,65D, a porção de diâmetro interno da cabeça de conexão é de preferência cônica, e, quando a face traseira da porção de flange anular é uma superfície cônica, a porção de diâmetro interno da cabeça de conexão é de preferência cônica, e, ainda, quando o diâmetro interno D_{in} do tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa é de 0,4D a 0,63D, a porção de diâmetro interno da cabeça de conexão é de preferência cônica.

Uma camada suave pode ser provida sobre a superfície de assento da estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de acordo com a presente invenção, e a camada suave é de preferência uma camada descarbonizada. Além disso, a abertura de cabeça é de preferência afunilada/chanfrada ou em alargamento com chanfro redondo.

EFEITO DA INVENÇÃO

Na estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de acordo com a presente invenção, uma vez que a superfície periférica interna da cabeça de conexão tem um contorno de seção de uma face substancialmente plana na direção axial do tubo próxima à superfície periférica interna do tubo de aço, pouca ou nenhuma bolsa

* D_{in} significa Diâmetro Interno do Revisor

(porção rebaixada anular) gerada pela usinagem de plástico existirá dentro da cabeça de conexão. Sendo assim, não há o risco de geração de rachadura na porção de calha da porção de bolsa na moldagem da cabeça, de geração de rachadura por erosão de cavitação em função de uma pressão de fluido na cabeça, e o fenômeno de elevação de esforço de tração da superfície interna devido ao aumento de diâmetro e à concentração de esforço, e a possibilidade de a superfície periférica interna da cabeça de conexão se tornar um ponto de partida de ruptura por fadiga podem ser radicalmente reduzidos.

10 Ainda, ao aumentar o ângulo de vértice e o diâmetro máximo da superfície cônica da cabeça de conexão, o que aumenta a largura de ambas as superfícies durante o aperto, a deformação de ambas as superfícies de assento poderá ser reduzida ao se impedir a elevação da pressão de superfície de contato máxima, e a quantidade de deformação remanescente da superfície de assento correspondente durante a liberação poderá ser pequena.

Além disso, a estrutura de cabeça de conexão da presente invenção, quando a espessura do tubo de injeção de combustível de alta pressão é relativamente pequena, e o corpo esférico da superfície de assento de cabeça de conexão é relativamente grande (quando o diâmetro interno Din do tubo é de $0,4D$ a $0,63D$, e o raio esférico R da superfície de assento é de $0,57D$ a $0,65D$, por exemplo), ao se fazer a porção de diâmetro interno da cabeça de conexão cônica, o volume de um espaço que constitui a cabeça de conexão aumenta e o volume do material de aço é reduzido, e ao se colocar um metal núcleo ativamente em contato com a superfície interna na moldagem da cabeça, o empenamento é reduzido e a bolsa pode ainda ser feita pequena. Além disso, mesmo que o diâmetro interno de tubo Din seja de uma faixa de $0,4D$ a $0,63D$ e a face traseira de porção de flange anular seja cônica, por exemplo, a bolsa poderá ser produzida ainda menor. Além disso, mesmo fora da faixa de tal modo que o diâmetro interno de tubo fique menor que $0,4D$ ou o raio esférico R fique menor que $0,57D$, por exemplo, ao se produzir a porção de diâmetro interno da cabeça de conexão cônica,

poder-se-á alcançar o efeito de a bolsa poder ser feita ainda menor ou ser eliminada.

Na presente invenção, uma quantidade de deformação plástica de uma superfície de vedação (superfície de assento) de uma porção de junta de peça correspondente, tal como um trilho comum, é reduzida ao se prover uma camada suave sobre a superfície de assento, e um alto desempenho de vedação poderá ser obtido com um aperto repetido. Além disso, uma vez que a distância a partir da extremidade de cabeça para a porção de flange anular é relativamente reduzida na cabeça de conexão da presente invenção, a rigidez da porção de assento esférico torna-se maior, a deformação permanente, como, por exemplo, o estreitamento da abertura de cabeça envolvida no aperto poderá ser evitado, e o assentamento sobre uma superfície de assento que recebe pressão de uma porção de junta de peça correspondente é estabilizado. Ainda, a difusão de combustível devido ao vazamento ou desencaixe de uma porção de conexão poderá ser evitada contra a pressurização repetida de um fluxo de combustível de alta pressão e a vibração de um motor de combustão interna a diesel ou similar combinada com a ação de suavidade do fluxo de combustível devido à ausência da bolsa anular, uma injeção precisa de combustível torna-se possível.

20 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista lateral longitudinal ilustrando uma primeira modalidade de uma estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de acordo com a presente invenção;

a figura 2 é uma vista lateral longitudinal ilustrando uma segunda modalidade da estrutura de cabeça de conexão;

a figura 3 é uma vista lateral longitudinal ampliada ilustrando uma porção de superfície de assento da conexão da segunda modalidade mostrada na figura 2;

a figura 4 é uma vista lateral ampliada ilustrando uma peça essencial de uma terceira modalidade da estrutura de cabeça de conexão;

a figura 5 é uma vista lateral longitudinal ampliada ilustrando uma peça essencial de uma quarta modalidade da estrutura de cabeça de

conexão;

a figura 6 é uma vista longitudinal ampliada ilustrando uma peça essencial de uma quarta modalidade da estrutura de cabeça de conexão;

5 a figura 6 é uma vista lateral ampliada ilustrando uma peça essencial de uma quinta modalidade da estrutura de cabeça de conexão;

a figura 7 é uma vista lateral longitudinal ampliada ilustrando uma peça essencial de uma sexta modalidade da estrutura de cabeça de conexão;

10 a figura 8 é uma vista explicativa de uma quantidade de deformação (profundidade de impacto h) de uma superfície de assento correspondente na modalidade da presente invenção;

a figura 9 é uma vista lateral ilustrando um estado no qual uma arruela (arruela de luva) se encaixa na cabeça de conexão mostrada na figura 1;

15 a figura 10 é uma vista em seção longitudinal ampliada ilustrando a arruela e uma porca;

a figura 11 é uma vista em seção longitudinal ilustrando uma sétima modalidade da estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de acordo com a presente invenção;

20 a figura 12 é uma vista em seção longitudinal ilustrando uma oitava modalidade da estrutura de cabeça de conexão;

a figura 13 é uma vista em seção longitudinal ilustrando uma nona modalidade da estrutura de cabeça de conexão;

25 a figura 14 é uma vista em seção longitudinal ilustrando uma décima modalidade da estrutura de cabeça de conexão;

a figura 15 é uma vista explicativa de uma seção longitudinal ilustrando um exemplo de um processo de usinagem de acordo com um método de moldagem da cabeça de conexão mostrada na figura 1;

30 a figura 16 é uma vista explicativa de uma seção longitudinal ilustrando um outro exemplo de um processo de usinagem de acordo com um método de moldagem da cabeça de conexão mostrada na figura 1; e

a figura 17 é uma vista lateral em seção longitudinal ilustrando

um exemplo de uma cabeça de conexão convencional para tubos de injeção de combustível de alta pressão aos quais a presente invenção se aplica.

EXPLICAÇÃO DAS REFERÊNCIAS NUMÉRICAS

- 1 - tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa
- 5 2 - cabeça de conexão
 - 2a - superfície cônica
 - 2-1 - porção de diâmetro grande
 - 2-2 - porção cônica
 - 3 - superfície de assento esférica
- 10 4, 4a, 4b, 4c - superfície cônica substancialmente esférica
 - 4d - superfície cilíndrica
 - 5 - porção de flange anular
 - 5a - face traseira da porção de flange anular
 - 6 - peça correspondente
- 15 6^a - superfície de assento
 - 6^{a'} - entalhe
 - 7 - abertura de cabeça
 - 8 - arruela
 - 9 - porca de aperto
- 20 10, 10' - mandril
 - 11 - elemento de punção

MELHOR MODO PARA EXECUTAR A INVENÇÃO

- Na estrutura de cabeça de conexão da presente invenção, no caso de um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa de t (es-
- 25 pessura)/ D (diâmetro externo) $< 0,3$, a distância L_1 a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira da porção de flange anular se limita a $0,38D$ a $0,6D$, uma vez que, se a distância for menor que $0,38D$, a cabeça não poderá ser formada, embora, se a distância for maior que $0,6D$, uma bolsa é gerada e a bolsa se tornará gradualmente maior. Além disso, o
- 30 diâmetro externo D_1 da porção de flange anular é definido de $1,2D$ a $1,4D$, uma vez que, se o diâmetro for menor que $1,2D$, uma grande área de pressão para a transmissão de uma grande força axial não poderá ser garantida

durante o estreitamento com uma peça correspondente, embora, se o diâmetro for maior que $1,4D$, uma bolsa é gerada e a bolsa se tornará gradualmente maior.

Além disso, na estrutura de cabeça de conexão da presente invenção, no caso de um tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa de t (espessura)/ D (diâmetro externo) $\geq 0,3$, a distância axial $L1$ a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira de porção de flange anular se limita a $0,38D$ a $0,7D$, uma vez que, se a distância for menor que $0,38D$, a cabeça não poderá ser formada, e, ao mesmo tempo, se a distância for maior que $0,7D$, uma bolsa será gerada e a bolsa se tornará gradualmente maior. O motivo de o raio esférico R da superfície de assento e o diâmetro externo $D1$ da porção de flange anular serem numericamente limitados é o mesmo que o caso do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com t (espessura)/ D (diâmetro externo) $< 0,3$, omitindo-se este motivo.

Ainda na presente invenção, o ângulo de vértice θ da superfície cônica contínua a partir da superfície de assento esférica para a porção de flange anular ou a proximidade da porção de flange anular e afunilada na direção da extremidade de ponta é limitada a 50 a 60 graus devido aos seguintes motivos.

Na estrutura de cabeça de conexão para os tubos de injeção de combustível de alta pressão da presente invenção, quando o lado de tubo de injeção tem um material mais rígido que a peça correspondente ou que tem uma rigidez próxima à da peça correspondente, existe o risco de a superfície de assento correspondente ser deformada plasticamente pela superfície de assento da cabeça de conexão no aperto da extremidade e de um entalhe (recesso) ser gerado sobre a superfície cônica da cabeça de conexão da presente invenção. Portanto, a presente invenção emprega um meio técnico para um ajuste adequado do ângulo de vértice da superfície cônica na cabeça de conexão. Ou seja, é observado que, ao se aumentar o ângulo de vértice da superfície cônica da cabeça de conexão, o que aumenta a largura da superfície de contato com relação à superfície de assento correspondente (a

superfície de assento que recebe pressão) gerada no aperto do tubo de injeção, a elevação da pressão máxima de superfície de contato é impedida e a deformação (profundidade de impacto da superfície de assento correspondente) pode ser reduzida, e uma quantidade de deformação remanescente da superfície de assento correspondente pode ser reduzida. E o ângulo de vértice da superfície cônica é tido como sendo de 50 a 60 graus. Quando o ângulo de vértice θ da superfície cônica é menor que 50 graus, o efeito de aumentar a superfície de contato com a superfície de assento correspondente não poderá ser suficientemente obtido, mas a superfície de assento correspondente se deforma, provocando um dente (recesso), e quando o ângulo de vértice θ da superfície cônica é superior a 60 graus, o ângulo se torna maior que o ângulo de vértice da superfície de assento correspondente, o que é geralmente uma superfície cônica com um ângulo de vértice de 60 graus, e a montagem não mais poderá ser executada.

O ângulo de vértice θ da superfície cônica sobre o tubo de injeção se limita a 50 e 60 graus na presente invenção, uma vez que se faz consideração ao fato de que o tubo de injeção é feito de um material mais rígido que a peça correspondente ou de um material próximo à rigidez da peça correspondente, mas, se a rigidez da peça correspondente for maior que a do tubo de injeção, o ângulo de vértice da superfície cônica sobre o tubo de injeção poderá ser 25 a 40 graus, com o qual uma bolsa é mais dificilmente formada.

Além disso, na presente invenção, o diâmetro máximo da superfície cônica se limita a $1,03D$ e $1,09D$, uma vez que, quando o diâmetro é menor que $1,03D$, a borda da porção de diâmetro máximo da superfície cônica atinge a superfície de assento correspondente no aperto da extremidade, a pressão da superfície de contato da porção se eleva e a deformação da superfície de assento correspondente (superfície de assento que recebe pressão) aumenta, enquanto que, quando o diâmetro é maior que $1,09D$, o volume fora da cabeça de conexão fica tão grande que ocorre o risco de um vinco ou similar ser gerado sobre a superfície interna da cabeça de conexão.

Além disso, o comprimento da arruela é definido de $0,5D$ a $2,0D$,

uma vez que, se o comprimento for menor que $0,5D$, a capacidade de trabalho de montagem da arruela no tubo de injeção de combustível de alta pressão piora, e, se o comprimento for maior que $2,0D$, o comprimento inteiro de uma porca fica longo demais e seu desempenho de contorno se deteriora, o que também resulta em maior peso e maiores custos.

Como um tipo de aço do tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa da presente invenção, um tubo de aço inoxidável, um tubo de aço TRIP, um tubo de aço carbono ou similar são adequados.

Na estrutura de cabeça de conexão da presente invenção, a porção de flange anular é formada na parte externa saliente anular na direção radial do tubo a partir do diâmetro máximo da superfície esférica que constitui a superfície de assento a fim de garantir uma ampla área de pressão de modo que uma alta força axial seja transmitida no aperto com uma peça correspondente.

Além disso, a superfície de contato de porca de aperto da arruela é feita como uma superfície esférica e o raio esférico é limitado de $1,0D$ a $2,5D$, uma vez que, se a superfície for menor que $1,0D$, há o risco de a peça de contato com a porca chegar à proximidade do diâmetro interno da arruela e deformar a arruela de modo a fazer com que morda o tubo, e, ao mesmo tempo, se a superfície for maior que $2,5D$, a superfície de contato chegará próxima à periferia externa da arruela e deformará a extremidade periférica externa da arruela na direção do diâmetro externo e colocará a mesma em contato com a superfície periférica interna da porca.

Ademais, a superfície de contato de arruela da porca de aperto é feita como uma superfície cônica e o ângulo de vértice θ_1 da superfície cônica é limitado em 90 a 150 graus, uma vez que, quando a superfície é menor que 90 graus, existe o risco de a superfície de contato com a arruela chegar próxima da periferia externa da arruela e deformar a superfície periférica interna da porca de modo a baixar a força axial, e, quando a superfície é maior que 150 graus, a porção de contato com a arruela chega próximo do diâmetro interno da arruela e deforma a arruela na direção do diâmetro interno, de modo a fazer com que morda a superfície de tubo.

Ainda, na estrutura de cabeça de conexão da presente invenção, como uma condição de formação da superfície cônica, quando o diâmetro interno do tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa é Din, o diâmetro de abertura de cabeça de conexão DT é definido em 1,2Din a 1,6Din, e a profundidade de conicidade Lt da superfície cônica de 0,65L1 a 1,3L1 na superfície interna da cabeça de conexão devido aos seguintes motivos.

Quando o diâmetro de abertura de cabeça de conexão DT é menor que 1,2Din, um espaço que constitui a cabeça de conexão é pequeno, um grande volume é necessário e uma bolsa raramente se torna pequena, e, paralelamente, quando o diâmetro é maior que 1,6Din, a espessura da extremidade de ponta de conexão se torna extremamente pequena, o que torna a formação geometricamente impossível, e a extremidade de ponta da cabeça de conexão tende a ser facilmente deformada durante o aperto com a peça correspondente.

Quando a profundidade cônica LT é menor que 0,65L1, um efeito para aumentar o volume do espaço na extremidade de ponta de cabeça de conexão de modo a reduzir o volume de um material de aço pode não ser suficientemente obtido, da mesma forma quando a profundidade é maior que 1,31L1, a espessura mantida entre um metal núcleo de uma matriz de moldagem e um mandril é menor que a espessura original, o que torna a usinagem difícil, e a fadiga por flexão resistente à vibração torna-se menor.

A abertura de cabeça é feita em uma configuração cônica na presente invenção a fim de reduzir a resistência ao influxo de combustível para o tubo e diminuir a perda de pressão.

25 Modalidade

A figura 1 é uma vista em seção longitudinal ilustrando uma primeira modalidade de uma estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de acordo com a presente invenção, a figura 2 é uma vista lateral longitudinal ilustrando uma segunda modalidade da estrutura de cabeça de conexão, a figura 3 é uma vista lateral longitudinal ampliada ilustrando uma porção de superfície de assento da segunda modalidade mostrada na figura 2, a figura 4 é uma vista lateral longitudinal

ampliada ilustrando uma peça essencial de uma terceira modalidade da estrutura de cabeça de conexão, a figura 5 é uma vista lateral longitudinal ampliada ilustrando uma peça essencial de uma quarta modalidade da estrutura de cabeça de conexão, a figura 6 é uma vista lateral longitudinal ampliada

5 ilustrando uma peça essencial de uma quinta modalidade da estrutura de cabeça de conexão, a figura 7 é uma vista lateral longitudinal ampliada ilustrando uma peça essencial de uma sexta modalidade da estrutura de cabeça de conexão, a figura 8 é uma vista explicativa de uma quantidade de deformação (a profundidade de impacto h) de uma superfície de assento correspondente na modalidade da presente invenção, a figura 9 é uma vista lateral

10 ilustrando um estado no qual uma arruela (arruela de luva) se encaixa na cabeça de conexão mostrada na figura 1, a figura 10 é uma vista em seção longitudinal ampliada de uma porção de encaixe de contato entre a arruela e uma porca, a figura 11 é uma vista lateral longitudinal ampliada ilustrando

15 uma peça essencial de uma sétima modalidade da estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de acordo com a presente invenção, a figura 12 é uma vista lateral longitudinal ilustrando uma oitava modalidade da estrutura de cabeça de conexão, a figura 13 é uma vista lateral longitudinal ilustrando uma nona modalidade da estrutura

20 de cabeça de conexão, a figura 14 é uma vista lateral longitudinal ilustrando uma décima Modalidade da estrutura de cabeça de conexão, a figura 15 é uma vista explicativa por meio de uma seção longitudinal ilustrando um exemplo de um processo de usinagem de acordo com um método de moldagem da cabeça de conexão mostrada na figura 1, e a figura 16 é uma vista

25 explicativa por meio de uma seção longitudinal ilustrando um outro exemplo de um processo de usinagem de acordo com o método de moldagem da cabeça de conexão mostrada na figura 1; na qual o numeral de referência 1 indica um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa, o numeral de referência 2 indica a cabeça de conexão, o símbolo de referência 2a indica

30 uma superfície cônica, o numeral de referência 3 indica uma superfície de assento esférica (a superfície de assento de pressão), os símbolos de referência 4, 4a, 4b, e 4c são substancialmente superfícies cônicas, o símbolo

de referência 4d indica uma superfície cilíndrica, o numeral de referência 5 indica uma porção de flange anular, o símbolo de referência 5a indica uma face traseira feita como uma superfície cônica (uma superfície afunilada), o numeral de referência 6 é uma peça correspondente, o símbolo de referência 6a é uma superfície de assento (a superfície de assento de recebimento de pressão), o numeral de referência 7 indica uma abertura de cabeça, o numeral de referência 8 indica uma arruela (a arruela de luva), o numeral de referência 9 indica uma porca de aperto, os símbolos de referência 10, 10' indicam mandris, e o numeral de referência 11 indica um elemento de punção.

O tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa 1 é constituído de um material de aço feito de um tubo de parede espessa e de um diâmetro relativamente pequeno de aço inoxidável, aço TRIP, aço carbono para uma tubulação de alta pressão, aço de liga ou similar, cortado em um tamanho predeterminado antes e tendo um diâmetro de tubo D de 6 a 10 mm e uma espessura t de aproximadamente 1,25 a 3,5 mm.

A estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão da primeira modalidade, mostrada na figura 1, compreende em uma extremidade de conexão de um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa 1, uma superfície de assento esférica 3 com a superfície periférica externa de uma porção de assento correspondente, uma porção de flange anular 5 provida com um intervalo a partir da superfície de assento 3 na direção central de eixo, uma superfície cônica 4 contínua a partir da superfície de assento 3 para a porção de flange anular 5 e afunilada na direção da extremidade de ponta e tendo um contorno de uma seção na direção axial do tubo em uma configuração curvada ou reta, e uma abertura de cabeça 7 em uma configuração alargada, tendo também uma cabeça de conexão 2 dentro do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa 1 no qual há pouca ou nenhuma bolsa, uma vez que uma superfície cilíndrica substancialmente plana tem o contorno de uma seção na direção axial do tubo próximo do diâmetro da superfície periférica interna do tubo de aço 4. Uma camada suave (camada descarbonizada) pode ser provida sobre a su-

perfície de assento 3.

Na cabeça de conexão acima 2, a distância axial L_1 a partir da extremidade da cabeça de conexão para a face traseira da porção de flange anular 5 é de $0,38D$ a $0,6D$, se a relação t/D do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa 1 for menor que 0,3, e, ao mesmo tempo é de $0,38D$ a $0,7D$, quando a relação t/D do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa 1 for de 0,3 ou mais, o raio esférico R da superfície de assento 3 é de $0,45D$ a $0,65D$, e o diâmetro externo D_1 da porção de flange anular 5 é de $1,2D$ a $1,4D$. Uma posição central esférica P da superfície de assento 3 se localiza sobre a extremidade não tubo na direção axial do tubo da porção de flange anular 5 ao invés de na posição de extremidade de ponta do tubo.

Uma estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de uma segunda modalidade mostrada nas figuras 2 e 3 possui a superfície de assento esférica 3 com a superfície periférica externa para a porção de assento correspondente, a porção de flange anular 5 provida com um intervalo a partir da superfície de assento 3 na direção central de eixo, a superfície cônica 4 contínua a partir da superfície de assento esférica 3 e tendo um ângulo de vértice θ de 50 a 60 graus sobre a porção de flange anular e o diâmetro máximo D_3 de $1,03D$ a $1,09D$, uma superfície cilíndrica 4d contínua a partir da porção máxima de diâmetro da superfície cônica 4 e formada entre esta superfície e a porção de flange anular 5, e a abertura de cabeça 7 de configuração alargada e tem ainda a cabeça de conexão 2 dentro do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa 1 no qual há pouca ou nenhuma bolsa, uma vez que uma superfície cilíndrica substancialmente plana tem o contorno de uma seção na direção axial do tubo, próxima do diâmetro da superfície periférica interna do tubo de aço 1.

Nesta cabeça de conexão, também, a distância axial L_1 a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira da porção de flange anular 5, o raio esférico R da superfície de assento 3 e a posição central esférica da superfície de assento 3 são iguais aos mostrados na figura 1.

Na figura, o numeral de referência 6 indica uma peça correspondente e o símbolo de referência 6a indica uma superfície de assento da peça correspondente 6.

Uma estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de uma terceira modalidade mostrada na figura 4 tem, similarmente à estrutura mostrada nas figuras 2 e 3, a superfície de assento esférica 3 com a superfície periférica externa à peça de assento correspondente, a porção de flange anular 5 provida com um intervalo a partir da superfície de assento 3 na direção central de eixo, a superfície cônica 4 contínua a partir da superfície de assento esférica 3 e tendo um ângulo de vértice θ de 50 a 60 graus sobre a porção de flange anular e o diâmetro máximo D3 de 1,03D a 1,09D, e uma superfície cônica 4a contínua a partir da porção de diâmetro máximo D3 da superfície cônica 4 e formada entre esta e a porção de flange anular 5.

Nesta cabeça de conexão, também, a distância axial L1 a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira da porção de flange anular 5, o raio esférico R da superfície de assento 3 e a posição central esférica da superfície de assento 3 são iguais aos mostrados na figura 1.

Uma estrutura de cabeça conexão para os tubos de injeção de combustível de alta pressão de uma quarta modalidade mostrada na figura 5 tem, similarmente, à figura 4, a superfície de assento esférica 3 com a superfície periférica externa para a peça de assento correspondente, a porção de flange anular 5 provida com um intervalo a partir da superfície de assento 3 na direção central de eixo, a superfície cônica 4 contínua a partir da superfície de assento esférica 3 e tendo um ângulo de vértice θ de 50 a 60 graus sobre a porção de flange anular e o diâmetro máximo D3 de 1,03D a 1,09D, e uma superfície cilíndrica 4d contínua a partir da porção de diâmetro máximo D3 da superfície cônica 4 e formada entre esta e a porção de flange anular 5.

Nesta cabeça de conexão, ainda, a distância axial L1 a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira da porção de flange anular 5, o raio esférico R da superfície de assento 3 e a porção central esférica

rica da superfície de assento 3 são iguais aos mostrados na figura 1.

Uma estrutura de cabeça de conexão de um tubo de injeção de combustível de alta pressão de uma quinta modalidade mostrada na figura 6 tem a superfície de assento esférica 3 com a superfície periférica externa para a peça de assento correspondente, a porção de flange anular 5 provida com um intervalo a partir da superfície de assento 3 na direção central de eixo, a superfície cônica 4 contínua a partir da superfície de assento esférica 3 e tendo um ângulo de vértice θ de 50 a 60 graus sobre a porção de flange anular e o diâmetro máximo D3 de 1,03D a 1,09D, e uma superfície cônica convexa 4b contínua a partir da porção de diâmetro máximo D3 da superfície cônica 4, formada entre esta superfície e a porção de flange anular 5 e tendo um raio R1 e um contorno de uma seção axial de tubo substancialmente em forma de arco.

Nesta cabeça de conexão, ainda, a distância axial L1 a partir da extremidade de chapa de barramento de conexão para a face traseira da porção de flange anular 5, o raio esférico R da superfície de assento 3 e a posição central esférica da superfície de assento 3 são iguais aos mostrados na figura 1.

Uma estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão de uma sexta modalidade mostrada na figura 7 tem a superfície de assento esférica 3 com a superfície periférica externa para a peça de assento correspondente, a porção de flange anular 5 provida com um intervalo a partir da superfície de assento 3 na direção central de eixo, a superfície cônica 4 contínua a partir da superfície de assento esférica 3 e tendo um ângulo de vértice θ de 50 a 60 graus sobre a porção de flange anular e o diâmetro máximo D3 de 1,03D a 1,09D, e uma superfície cônica convexa 4b contínua a partir da porção de diâmetro máximo D3 da superfície cônica 4, formada entre esta superfície e a porção de flange anular 5 e tendo um raio R2 e um contorno de uma seção axial de tubo substancialmente em um formato convexo.

Nesta cabeça de conexão, também, a distância axial L1 a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira da porção de

flange anular 5, o raio esférico R da superfície de assento 3 e a posição central esférica da superfície de assento 3 são iguais aos mostrados na figura 1.

No caso da estrutura de cabeça de conexão para os tubos de injeção de combustível de alta pressão mostrados na figura 1, quando a rigidez do tubo de injeção é maior que a da peça correspondente ou próxima da rigidez da peça correspondente conforme acima mencionado, a superfície de assento 3 da peça de conexão entra na superfície de assento 6a (a superfície de assento que recebe pressão) da peça correspondente 6 à medida que o torque de aperto aumenta, conforme mostrado na figura 8 e ambas se deforma, e um entalhe 6a' mostrado pela profundidade de impacto h pode ser gerada sobre a superfície de assento correspondente 6a. No entanto, no caso da estrutura de cabeça de conexão para os tubos de injeção de combustível de alta pressão mostrados nas figuras 2 a 7, uma vez que o ângulo da superfície cônica 4 da cabeça de conexão é grande, a largura da superfície de contato torna-se maior no aperto, e, mesmo que a rigidez do tubo de injeção seja maior que a da peça correspondente 6 ou próxima da rigidez da peça correspondente, a profundidade h do entalhe 6a' gerada sobre a superfície de assento correspondente 6a pode ser aumentada, e a quantidade de deformação remanescente da superfície de assento correspondente pode ser reduzida.

Ainda, uma arruela 8 na presente invenção mostrada nas figuras 9 e 10 é proximamente ajustada ou livremente ajustada em uma parte inferior de pescoço da porção de flange anular 5 por meio de encrespamento ou similar. Uma superfície de contato 8-1 da porca de aperto 9 da arruela 8 é esférica e o raio esférico R2 é de 1,0D a 2,5D. Além disso, uma superfície de contato 9-1 da arruela 8 da porca de aperto 9 é uma superfície cônica e o ângulo de vértice θ do cone é de 90 a 150 graus.

Como a arruela a ser proximamente ajustada ou livremente ajustada à parte inferior de pescoço da porção de flange anular 5, uma arruela cilíndrica tendo um flange na extremidade de ponta de cabeça ou na extremidade traseira pode ser usada no lugar de uma cilíndrica. No caso de uma arruela cilíndrica tendo um flange na extremidade traseira de cabeça, a su-

perfície de contato de porca de aperto é feita também esférica. No caso de uma arruela cilíndrica tendo um flange na extremidade traseira, a superfície de contato com a porca de aperto 9 pode ser uma superfície plana perpendicular ao eixo do tubo, uma superfície afunilada cujo diâmetro diminui no sentido traseiro do eixo de tubo ou uma superfície esférica convexa.

A cabeça de conexão 2 do tubo de injeção de combustível de alta pressão de uma sétima modalidade mostrada na figura 11 tem uma porção de diâmetro grande 2-1 contínua a partir da face traseira da porção de flange anular 5 e um diâmetro externo de tubo D2 de $1,02D$ a $1,08D$ sobre o comprimento substancialmente correspondente ao comprimento da arruela 8, tendo ainda uma porção afunilada 2-2 contínua a partir da porção de diâmetro grande 2-1, cujo diâmetro externo é suavemente reduzido na direção de eixo de tubo.

Ainda, uma oitava modalidade mostrada na figura 12 ilustra a cabeça de conexão 2 para o tubo de injeção de combustível de alta pressão tendo uma espessura de tubo relativamente fina (o diâmetro interno D_{in} sendo de $0,4D$ a $0,63D$, por exemplo) e um corpo esférico relativamente grande de superfície de assento de extremidade de ponta (o raio esférico R da superfície de assento sendo de $0,57D$ a $0,65D$, por exemplo), e a cabeça de conexão 2 possui uma superfície cônica 2a com uma abertura de cabeça de conexão DT de $1,2D_{in}$ a $1,6D_{in}$, e uma profundidade de conicidade LT da superfície cônica de $0,65L_1$ a $1,3L_1$ é formada sobre a superfície interna da cabeça de conexão, quando o diâmetro interno do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa 1 é D_{in} . Ao se prover a superfície cônica 2a na porção de diâmetro interno da cabeça de conexão 2, o volume de um espaço que constitui a cabeça de conexão pode ser aumentado de modo a reduzir o volume de um material de aço, e ao se colocar o metal núcleo ativamente em contato com a superfície interna de cabeça na moldagem da cabeça por um método de moldagem de cabeça que emprega um metal núcleo, o que será descrito a seguir, o empenamento é reduzido, e uma bolsa é eliminada ou reduzida tanto quanto possível.

Além disso, uma nona modalidade mostrada na figura 13 é um

tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com uma espessura de tubo relativamente pequena (o diâmetro interno D_{in} sendo de $0,4D$ a $0,63D$, por exemplo) similar ao tubo de injeção de combustível de alta pressão mostrado na oitava modalidade mostrada na figura 12, e possui uma superfície cônica 2a com uma abertura de cabeça de conexão DT de $1,2 D_{in}$ a $1,6 D_{in}$, e uma profundidade de conicidade LT de superfície cônica de $0,65L_1$ a $1,3L_1$ é formada sobre a superfície interna da cabeça de conexão, e uma face traseira 5a da porção de flange anular 5 é feita como uma superfície cônica (superfície afunilada) cujo diâmetro é reduzido na parte traseira do eixo de tubo. No caso da cabeça de conexão 2, na qual a face traseira 5a da porção de flange anular 5 é feita como uma superfície cônica na qual o diâmetro interno de tubo D_{in} é de uma faixa de $0,4D$ a $0,63D$, por exemplo, ao se fazer a porção de diâmetro interno em uma configuração cônica, o volume do espaço que constitui a cabeça de conexão pode ser aumentado de modo a reduzir o volume do material de aço, por meio do que uma bolsa gerada sobre a superfície interna da cabeça poderá ser eliminada ou reduzida tanto quanto possível. A distância L_1 na estrutura de cabeça de conexão na presente modalidade é a distância axial entre a extremidade de cabeça de conexão para a extremidade de face traseira da porção de flange anular 5, conforme mostrado na figura.

As modalidades mostradas nas figuras 12 e 13 ilustram a cabeça de conexão na qual a superfície cônica 2a é formada com a profundidade de conicidade LT da superfície cônica a $1,3L_1$, sendo esta maior que a distância axial L_1 para a face traseira da porção de flange anular 5. Contudo, uma décima modalidade mostrada na figura 14 ilustra a cabeça de conexão na qual a superfície cônica 2a é formada com uma profundidade de conicidade LT da superfície cônica a $0,7L_1$, sendo esta menor que a distância axial L_1 para a face traseira da porção de flange anular 5. No caso da cabeça de conexão 2, ao se fazer a porção de diâmetro interno cônica, o volume do espaço que constitui a cabeça de conexão poderá ser maior de modo a reduzir o volume do material de aço, e a bolsa gerada sobre a superfície interna de cabeça poderá ser eliminada ou reduzida tanto quanto possível.

Um método de moldagem de cabeça da cabeça de conexão 2 para os tubos de injeção de combustível de alta pressão mostrados na figura 1 de acordo com a presente invenção será descrito com base nas figuras 15 e 16.

5 Na presente invenção, a cabeça de conexão 2 é provida com uma margem de processamento L e pregada entre pontas por meio dos mandris 10, 10', e um elemento de punção 11 é usado no qual uma superfície esférica 11-1, uma superfície cônica 11-2, uma porção plana 11-3, e um metal núcleo 11-4 são formados correspondendo a cada qual dentre a su-
10 perfície de assento esférica 3 da cabeça de conexão 2, a superfície cônica 4, a porção de flange anular 5, a arruela 8, a distância axial L1 a partir da extremidade de cabeça de conexão para face traseira de porção de flange anular, o diâmetro externo de porção de flange anular D1 e o raio esférico R da superfície de assento 3.

15 No método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15, a arruela pequena e cilíndrica 8 é incorporada à extremidade do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa 1 obtido por meio do corte no comprimento específico do produto e da formação de chanfros na extremidade de abertura, ao mesmo tempo mantendo a margem de processamento de
20 cabeça L da cabeça de conexão na extremidade de ponta anteriormente, e, em seguida, prendendo o tubo de aço 1 por meio do mandril 10, a extremidade de ponta do tubo de aço 1 sendo prensada pelo elemento de punção 11 na direção central do eixo. Por meio desta prensa, a porção da margem de processamento de cabeça do tubo de aço de parede espessa 1 é plasticamente fluidificada, e a cabeça de conexão 2 pode ser obtida na extremi-
25 dade de ponta do tubo de aço de parede espessa 1 que compreende a superfície de assento esférica 3 com a superfície periférica externa para a porção de assento correspondente, a porção de flange anular 5 provida com um intervalo a partir da superfície de assento 3 na direção central do eixo, a su-
30 perfície cônica 4 contínua a partir da superfície de assento para a porção de flange anular 5 e afunilada na direção da extremidade de ponta, e a abertura de cabeça 7 na configuração alargada e tendo a superfície periférica interna

de cabeça com uma face substancialmente plana próxima da superfície periférica interna do tubo de aço e uma tensão residual compressiva na proximidade da circunferência interna da cabeça. No caso deste método, uma vez que a arruela 8 é incorporada ao mesmo tempo deixando a margem de processamento de cabeça L da cabeça de conexão na extremidade de ponta

5 antes e em seguida, a moldagem por prensa é feita no estado em que a proximidade da extremidade é mantida pelo mandril 10, a arruela 8 é ajustada por pressão na parte inferior de pescoço da cabeça, mas a arruela 8 pode ser fixada à parte inferior de pesquisa da cabeça depois da moldagem de

10 prensa no estado em que a arruela 8 é separada do mandril e livremente ajustada no tubo de aço. Como um método de moldagem da cabeça de conexão no estado no qual a arruela 8 é livremente ajustada, conforme mostrado na figura 16, por exemplo, no estado no qual a arruela 8 é separada do mandril 10' e livremente ajustada no tubo de aço de diâmetro pequeno e pa-

15 rede espessa 1 obtido por meio do corte em um comprimento de produto específico e chanfrando a extremidade aberta, o tubo de aço é preso pelo mandril 10', ao mesmo tempo deixando a margem de processamento de cabeça L, e a extremidade de ponta do tubo de aço 1 é prensada pelo elemento de punção 11 na direção central do eixo. Por meio desta prensa, similar-

20 mente ao acima apresentado, a porção da margem de processamento de cabeça L do tubo de aço de parede espessa 1 é plasticamente fluidificada, e a cabeça de conexão 2 pode ser obtida na extremidade de ponta do tubo de aço de parede espessa 1 que compreende a superfície de assento esférica 3 com a superfície periférica externa para a porção de assento corresponden-

25 te, a porção de flange anular 5 provida com um intervalo a partir da superfície de assento 3 na direção central do eixo, a superfície cônica 4 contínua a partir da superfície de assento para a porção de flange anular 5 e afunilada na direção da extremidade de ponta, e a abertura de cabeça 7 na configuração alargada e tendo a superfície periférica interna de cabeça com uma face

30 substancialmente plana próxima da superfície periférica interna do tubo de aço e uma tensão residual compressiva na proximidade da circunferência interna da cabeça. No caso deste método, a arruela 8 se movimenta para a

parte inferior de pescoço da cabeça e é fixada após uma moldagem por prensa.

Quando a cabeça de conexão tendo a porção de diâmetro grande 2-1 e a porção de conicidade 2-2 mostrada na figura 11 deve ser moldada, obviamente são usados os mandris 10, 10' de acordo com o tamanho da porção de diâmetro grande 2-1 e da porção de conicidade 2-2. Ainda, no caso da cabeça de conexão para os tubos de injeção de combustível de alta pressão que têm a extremidade de abertura de conexão em uma configuração alargada, a face chanfrada circular ou chanfrada redonda ou a cabeça de conexão para os tubos de injeção de combustível de alta pressão com a porção de diâmetro interno na configuração cônica, a moldagem pode ser feita por meio do uso do elemento de punção 11 no método de moldagem de cabeça mostrado na figura 12, na qual a porção de raiz do metal núcleo 11-4 é feita com um diâmetro grande na configuração afunilada (vide figuras 12, 13, 14 e 15 da Publicação de Patente japonesa N. 55-35220).

Ou seja, de acordo com o método de moldagem da presente invenção acima, quando a relação t/D do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa é menor que 0,3, a distância axial L_1 a partir da extremidade da cabeça de conexão 2 para face traseira da porção de flange anular 5 será de $0,38D$ a $0,6D$, e quando a relação t/D é 0,3 ou mais, a distância será de $0,38D$ a $0,7D$, o raio esférico R da superfície de assento 3 será de $0,45D$ a $0,65D$, e o diâmetro externo D_1 da porção de flange anular 5 será de $1,2D$ a $1,4D$, uma vez que a arruela 8 é proximamente ajustada ou livremente ajustada à parte inferior do pescoço da porção de flange anular 5 e a superfície periférica interna da cabeça tem uma superfície substancialmente plana próxima da superfície periférica interna do tubo de aço, haverá pouca bolsa sobre a superfície periférica interna da cabeça, e uma cabeça de conexão 2 tendo uma tensão residual compressiva na proximidade da circunferência interna da cabeça poderá ser obtida. Ainda, mesmo no caso de a cabeça de conexão 2 para um tubo de injeção de combustível de alta pressão com uma espessura relativamente pequena e um corpo esférico relativamente grande da superfície de assento de extremidade de ponta (o raio esférico R da su-

perfície de assento sendo de $0,57D$ a $0,65D$, por exemplo), além da condição da distância axial $L1$, o raio esférico R da superfície de assento 3 e o diâmetro externo $D1$ da porção de flange anular 5, ao se fazer a parte interna da cabeça de conexão em um formato cônico com um diâmetro de abertura DT de $1,2D_{in}$ a $1,6D_{in}$ e uma profundidade de conicidade LT de $0,65L1$ a $1,3L1$, uma bolsa será eliminada ou reduzida tanto quanto possível.

Na estrutura de cabeça de conexão apropriada os tubos de injeção de combustível de alta pressão mostrados nas figuras 2 a 7, o ângulo de vértice da superfície cônica sobre a cabeça de conexão e o diâmetro máximo da superfície cônica são especificados como um meio para impedir a deformação (entalhes) sobre a superfície de assento da peça correspondente, mas, em contrapartida, uma parte convexa que permite uma quantidade de deformação da superfície de assento da peça correspondente pode ser formada antes sobre a superfície de assento da peça correspondente. Como uma condição para a parte convexa formada sobre a peça correspondente neste caso, um material do tubo de injeção e da peça correspondente, a rigidez da superfície de assento, a largura da superfície de contato ou similar devem ser considerados no início.

Na cabeça de conexão 2 da presente invenção, a camada suave (a camada descarbonizada) provida sobre a superfície de assento 3 é provida por meio de um tratamento térmico antes da moldagem ou após moldagem.

Neste caso, a cabeça de conexão 2 é mostrada com a superfície traseira da porção de flange anular 5 tendo a superfície plana anular perpendicular ao eixo de tubo e a superfície cônica (superfície afunilada), cujo diâmetro é reduzido na parte traseira do eixo do tubo, sendo, porém, óbvio que a face traseira da porção de flange anular 5 não se limita à superfície plana anular perpendicular ao eixo de tubo e à superfície cônica (superfície afunilada), cujo diâmetro é reduzido à parte traseira do eixo de tubo, podendo ser também uma superfície esférica saliente anular ou superfície esférica de recesso ou uma superfície saliente ou de recesso cujo diâmetro é reduzido na direção da parte traseira do eixo de tubo.

Primeira Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 8,0 mm, com um diâmetro interno de tubo D_{in} de 4,0 mm e uma espessura t de 2,0 mm ($t/D = 0,25$), (material: EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão mostrada na figura 1 é moldada pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial $L1$ a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, e o diâmetro externo da porção de flange anular $D1$ são de $L1 = 3,9$ mm, $R = 4,2$ mm, e $D1 = 10,0$ mm, respectivamente, mas a geração de uma bolsa (recesso anular) não é observada sobre a superfície periférica interna da cabeça de conexão.

Segunda Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 8,0 mm, com um diâmetro interno de tubo D_{in} de 4,0 mm e uma espessura t de 2,0 mm ($t/D = 0,25$), (material: EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão com a estrutura seccional mostrada na figura 3 é moldada usando o elemento de punção 11 com a porção de raiz do metal núcleo 11-4 na configuração afunilada com um diâmetro grande pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial $L1$ a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, o diâmetro externo da porção de flange anular $D1$, o ângulo de vértice θ da superfície cônica e o diâmetro máximo $D3$ da superfície cônica são de $L1 = 3,9$ mm, $R = 4,2$ mm, e $D1 = 10,0$ mm, $\theta = 56$ graus, e $D3 = 8,5$ mm, e a rigidez da proximidade da superfície de assento é de Hv 320.

A fim de examinar a deformação da superfície de assento (a su-

perfície de assento que recebe pressão) da peça correspondente quando o tubo de injeção tendo esta cabeça de conexão é montado na peça correspondente com a rigidez da proximidade da superfície de assento em Hv 280 e em seguida liberado, o tubo de injeção é apertado na peça correspondente com a carga de fixação de 25 kN e em seguida liberado. Neste caso, a profundidade de impacto h que permanece sobre a superfície de assento é de 25 μm no caso da cabeça de conexão mostrada na figura 1, enquanto a profundidade é de 15 μm no caso da cabeça de conexão da presente modalidade, o que mostra que a quantidade de deformação que permanece sobre a superfície de assento da peça correspondente pode ser aperfeiçoada em 40 %.

Terceira Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 6,0 mm, com um diâmetro interno de tubo D_{in} de 3,0 mm e uma espessura t de 1,5 mm ($t/D = 0,25$), (material: EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão com a superfície cônica mostrada na figura 12 é moldada usando o elemento de punção 11 com a porção de raiz do metal núcleo 11-4 em uma configuração afunilada com um diâmetro grande pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D , o diâmetro interno de tubo D_{in} , e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial L_1 a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, o diâmetro externo da porção de flange anular D_1 , a profundidade de conicidade LT da superfície cônica, e o diâmetro de abertura de extremidade de ponta DT são de $L_1 = 3,0$ mm, $R = 3,75$ mm, $D_1 = 8,4$ mm, $LT = 2,8$ mm, $DT = 4,2$ mm, e a geração de uma bolsa (recesso anular) é dificilmente observada sobre a superfície periférica interna da cabeça de conexão.

Quarta Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede es-

5 pessa com um diâmetro de tubo D de 6,0 mm, com um diâmetro interno de
 tubo Din de 3,0 mm e uma espessura t de 1,5 mm ($t/D = 0,25$), (material: EN
 E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a
 cabeça de conexão com a superfície cônica mostrada na figura 12 é molda-
 da usando o elemento de punção 11 com a porção de raiz do metal núcleo
 11-4 na configuração afunilada com um diâmetro grande pelo método de
 moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D, o
 diâmetro interno de tubo Din, e para a espessura t do tubo de aço de diâme-
 tro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial L1
 10 a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida
 para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfí-
 cie de assento, o diâmetro externo da porção de flange anular D1, a profun-
 didade de conicidade LT da superfície cônica, o diâmetro de abertura de ex-
 tremidade de ponta DT, e o ângulo de vértice θ_2 da face traseira 5a da por-
 15 ção de flange anular 5 são de $L1 = 2,8$ mm, $R = 3,75$ mm, $D1 = 8,4$ mm, $LT =$
 $3,5$ mm, $DT = 3,8$ mm, e $\theta_2 = 90$ graus, e uma bolsa (recesso anular) é ge-
 rada apenas muito suavemente sobre a superfície periférica interna da ca-
 beça de conexão.

Quinta Modalidade

20 Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede es-
 pessa com um diâmetro de tubo D de 6,35 mm, com um diâmetro interno de
 tubo Din de 4,0 mm e uma espessura t de 1,675 mm ($t/D = 0,264$), (material:
 EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfra-
 da, a cabeça de conexão mostrada na figura 1 é moldada pelo método de
 25 moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D e
 para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa
 da presente modalidade, a distância axial L1 a partir da extremidade de ca-
 beça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de por-
 ção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, e o diâmetro
 30 externo da porção de flange anular D1 são de $L1 = 2,5$ mm, $R = 3,75$ mm, e
 $D1 = 8,2$ mm, respectivamente, e a geração de uma bolsa (porção de reces-
 so anular) não é observada sobre a superfície periférica interna da cabeça

de conexão.

Sexta Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 9,0 mm, com um diâmetro interno de tubo Din de 4,0 mm e uma espessura t de 2,5 mm ($t/D = 0,278$), (material: EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão com a estrutura seccional mostrada na figura 3 é moldada usando o elemento de punção 11 com a porção de raiz do metal núcleo 11-4 na configuração afunilada com um diâmetro grande pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial $L1$ a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, o diâmetro externo da porção de flange anular $D1$, o ângulo de vértice θ da superfície cônica são de $L1 = 4,5$ mm, $R = 4,75$ mm, $D1 = 12$ mm, $\theta = 56$ graus, e $D3 = 9,4$ mm, e a rigidez da proximidade da superfície de assento é de Hv 320.

A fim de examinar a deformação da superfície de assento (a superfície de assento que recebe pressão) da peça correspondente quando o tubo de injeção tendo esta cabeça de conexão é montado na peça correspondente com a rigidez da proximidade da superfície de assento em Hv 280 e em seguida liberado, o tubo de injeção é apertado na peça correspondente com a carga de fixação de 25 kN e em seguida liberado. Neste caso, a profundidade de impacto h que permanece sobre a superfície de assento é de 25 μ m no caso da cabeça de conexão mostrada na figura 1, enquanto a profundidade é de 15 μ m no caso da cabeça de conexão da presente modalidade, o que mostra que a quantidade de deformação que permanece sobre a superfície de assento da peça correspondente pode ser aperfeiçoada em 40 %.

Sétima Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 7,0 mm, com um diâmetro interno de

tubo Din de 3,0 mm e uma espessura t de 2,0 mm ($t/D = 0,286$), (material: EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão com a superfície cônica mostrada na figura 12 é moldada usando o elemento de punção 11 com a porção de raiz do metal núcleo 11-4 em uma configuração afunilada com um diâmetro grande pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D , o diâmetro interno de tubo Din, e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial $L1$ a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, o diâmetro externo de flange anular $D1$, a profundidade de conicidade LT da superfície cônica, e o diâmetro de abertura de extremidade de ponta $D1$ são de $L1 = 3,5$ mm, $R = 3,7$ mm, $D1 = 9,2$ mm, $LT = 3,0$ mm, e $DT = 3,7$ mm, e a geração de uma bolsa (recesso anular) é raramente observada sobre a superfície periférica interna da cabeça de conexão.

Oitava Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 10 mm, com um diâmetro interno de tubo Din de 4,0 mm e uma espessura t de 3,0 mm ($t/D = 0,3$), (material: EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão mostrada na figura 1 é moldada pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial $L1$ a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, e o diâmetro externo da porção de flange anular $D1$ são de $L1 = 5,0$ mm, $R = 5,5$ mm, e $D1 = 13,0$ mm, respectivamente, e a geração de uma bolsa (porção rebaixada anular) não é observada sobre a superfície periférica interna da cabeça de conexão.

Nona Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 9 mm, com um diâmetro interno de tubo D_{in} de 3,5 mm e uma espessura t de 2,75 mm ($t/D = 0,306$), (material: EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão com a estrutura seccional mostrada na figura 3 é moldada usando o elemento de punção 11 com a porção de raiz do metal núcleo 11-4 na configuração afunilada com um diâmetro grande pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial $L1$ a partir da extremidade de cabeça de conexão obtida da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, o diâmetro externo da porção de flange anular $D1$, o ângulo de vértice θ da superfície cônica, e o diâmetro máximo $D3$ da superfície cônica são de $L1 = 4,5$ mm, $R = 4,75$ mm, $D1 = 12,0$ mm, $\theta = 56$ graus, e $D3 = 9,4$ mm, e a rigidez da proximidade da superfície de assento é de Hv 320.

A fim de examinar a deformação da superfície de assento (a superfície de assento que recebe pressão) da peça correspondente quando o tubo de injeção tendo esta cabeça de conexão é montado na peça correspondente com a rigidez da proximidade da superfície de assento em Hv 280 e em seguida liberado, o tubo de injeção é apertado na peça correspondente com a carga de fixação de 25 kN e em seguida liberado. Neste caso, a profundidade de impacto h que permanece sobre a superfície de assento é de 25 μ m no caso da cabeça de conexão mostrada na figura 1, enquanto a profundidade é de 15 μ m no caso da cabeça de conexão da presente modalidade, o que mostra que a quantidade de deformação que permanece sobre a superfície de assento da peça correspondente pode ser aperfeiçoada em 40 %.

Décima Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 8 mm, com um diâmetro interno de tubo D_{in} de 3,0 mm e uma espessura t de 2,5 mm ($t/D = 0,313$), (material:

EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão com a superfície cônica mostrada na figura 12 é moldada usando o elemento de punção 11 com a porção de raiz do metal núcleo 11-4 em uma configuração afunilada com um diâmetro grande pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D, o diâmetro interno de tubo Din, e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial L1 a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, e o diâmetro externo de porção de flange anular D1 são de $L1 = 5,1 \text{ mm}$, $R = 4,325 \text{ mm}$, e $D1 = 11,0 \text{ mm}$, e a geração de uma bolsa (recesso anular) é raramente observada sobre a superfície periférica interna da cabeça de conexão.

Décima Primeira Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 9 mm, com um diâmetro interno de tubo Din de 3,0 mm e uma espessura t de 3 mm ($t/D = 0,333$), (material: EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão com a superfície cônica mostrada na figura 12 é moldada usando o elemento de punção 11 com a porção de raiz do metal núcleo 11-4 na configuração afunilada com um diâmetro grande pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D, o diâmetro interno de tubo Din, e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial L1 a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, e o diâmetro externo da porção de flange anular D1, a profundidade de conicidade LT da superfície cônica, o diâmetro de abertura de extremidade de ponta DT, e o ângulo de vértice $\theta 2$ da face traseira 5a da porção de flange anular 5 são de $L1 = 6,3 \text{ mm}$, $R = 4,75 \text{ mm}$, $D1 = 12,0 \text{ mm}$, $LT = 4,0 \text{ mm}$, $DT = 3,7 \text{ mm}$, e $\theta 2 = 90 \text{ graus}$, e uma bolsa (porção rebaixada anular) é gerada apenas muito suavemente sobre a superfície periférica in-

terna da cabeça de conexão.

Décima Segunda Modalidade

Utilizando um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro de tubo D de 10 mm, com um diâmetro interno de tubo Din de 3,0 mm e uma espessura t de 3,5 mm ($t/D = 0,35$), (material: EN E355), depois de a extremidade de abertura do tubo de aço ser chanfrada, a cabeça de conexão mostrada na figura 1 é moldada pelo método de moldagem de cabeça mostrado na figura 15. Para o diâmetro de tubo D e para a espessura t do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa da presente modalidade, a distância axial $L1$ a partir da extremidade de cabeça de conexão da cabeça de conexão obtida para a face traseira de porção de flange anular, o raio esférico R da superfície de assento, e o diâmetro externo de porção de flange anular $D1$ são de $L1 = 7,0$ mm, $R = 5,5$ mm, e $D1 = 13,0$ mm, respectivamente, e a geração de uma bolsa (porção rebaixada anular) não é observada sobre a superfície periférica interna da cabeça de conexão.

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

Uma vez que há pouca bolsa (porção rebaixada anular) gerada dentro da cabeça de conexão por meio da usinagem de plástico na cabeça de conexão para os tubos de injeção de combustível de alta pressão de acordo com a presente invenção, um risco de geração de rachadura em uma peça de calha de uma porção de bolsa na moldagem da cabeça, a geração de uma rachadura envolvida com erosão por cavitação pela pressão de fluido na cabeça, e um fenômeno de uma elevação de esforço de tração sobre a superfície interna devido ao aumento do diâmetro interno, e a concentração de esforço envolvida com a formação da bolsa na moldagem da cabeça podem ser eliminados, e a possibilidade de a superfície periférica interna da cabeça vir a ser um ponto de partida de ruptura por fadiga pode ser drasticamente reduzida. Ainda, ao aumentar o ângulo de vértice e o diâmetro máximo da superfície cônica da cabeça de conexão, a largura da largura de contato de ambas as superfícies de assento fica maior no momento do aperto, a elevação da pressão máxima de superfície de contato é impedida e

uma quantidade de deformação remanescente da superfície de assento correspondente poderá ser reduzida na liberação do aperto.

Além disso, na estrutura de cabeça de conexão de acordo com a presente invenção, mesmo que a espessura do tubo de injeção de combustível de alta pressão seja relativamente pequena, e o corpo esférico da superfície de assento de cabeça de conexão é relativamente grande, ao colocar a porção de diâmetro da cabeça de conexão em uma configuração cônica, uma bolsa poderá ser pequena e, ainda, mesmo que a face traseira de porção de flange anular seja cônica, a bolsa pode ser também pequena.

Além disso, quando uma camada suave é provida sobre a superfície de assento, uma deformação plástica da superfície de assento (a superfície de assento) da porção de junta de peça correspondente, como, por exemplo, um trilho comum pode ser ainda diminuído, e um alto desempenho de vedação poderá ser obtido em uma fixação repetida. Ademais, na cabeça de conexão da presente invenção, uma vez que a distância a partir da extremidade de cabeça para a porção de flange anular é relativamente reduzida, a rigidez da porção de assento esférica é aperfeiçoada, uma deformação permanente, como, por exemplo, o estreitamento da abertura de cabeça envolvida com uma fixação poderá ser evitado, e o assentamento com relação a uma superfície de assento que recebe pressão da porção de junta de peça correspondente é estabilizado. Ainda, a difusão de combustível devido a um vazamento ou desencaixe de uma porção de conexão pode ser evitada contra uma pressurização repetida de um fluxo de combustível de super alta pressão e a vibração de um motor de combustão interna à diesel ou similar, e combinado com uma ação de suavidade do fluxo de combustível devido à ausência da bolsa, torna-se possível uma precisa injeção de combustível.

Sendo assim, a presente invenção pode ser aplicada não apenas a um tubo de injeção de combustível de alta pressão disposto e usado como uma passagem de suprimento para um combustível em um motor de combustão interna a diesel, por exemplo, mas também a vários tipos de tubulação de metal de alta pressão tendo uma cabeça de conexão por meio de um tubo de aço de parede espessa com um diâmetro relativamente peque-

no.

REIVINDICAÇÕES

1. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão compreendendo, em uma extremidade de conexão de um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa com um diâmetro relativamente pequeno:
- uma superfície de assento esférica;
 - uma porção de flange anular formada com um intervalo a partir da superfície de assento na direção central de eixo; e
 - uma superfície cônica próxima de uma superfície substancialmente esférica a partir da superfície de assento para a porção de flange anular e afunilada na direção da extremidade de ponta, na qual:
 - uma porca de aperto é incorporada direta ou indiretamente, encaixando-se na face traseira da porção de flange anular;
 - no caso de um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa de t (espessura)/ D (diâmetro externo) $< 0,3$, a distância L_1 na direção axial a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira de flange anular é de $0,38D$ a $0,6D$, o raio esférico R da superfície de assento é de $0,45D$ a $0,65D$, e o diâmetro externo D_1 da porção de flange anular é de $1,2D$ a $1,4D$; e
 - a superfície periférica interna de cabeça tem um contorno de seção na direção axial de tubo próximo ao diâmetro da superfície periférica interna do tubo de aço em uma face cilíndrica substancialmente plana e/ou em uma face cônica.
2. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão compreendendo, em uma extremidade de conexão de um tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa com um diâmetro relativamente pequeno:
- uma superfície de assento esférica;
 - uma porção de flange anular formada com um intervalo a partir da superfície de assento na direção do centro de eixo; e
 - uma superfície cônica próxima a uma superfície substancialmente esférica contínua a partir da superfície de assento para a porção de

flange anular ou na proximidade da porção de flange anular e afunilada na direção da extremidade de ponta, na qual:

- uma porca de aperto é incorporada encaixando-se direta ou indiretamente na face traseira da porção de flange anular;

- 5 - no caso de um tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa de t (espessura)/ D (diâmetro externo) $\geq 0,3$, a distância L_1 na direção axial a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira de flange anular é de $0,38D$ a $0,7D$, o raio esférico R da superfície de assento é de $0,45D$ a $0,65D$, e o diâmetro externo D_1 da porção de flange anular é de
- 10 $1,2D$ a $1,4D$, e a superfície periférica interna de porção de cabeça tem um contorno de seção na direção axial de tubo próximo ao diâmetro da superfície periférica interna do tubo de aço em uma face cilíndrica substancialmente plana e/ou em uma superfície cônica.

3. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, na qual:
- 15

- um ângulo de vértice θ da superfície cônica da cabeça de conexão contínua a partir da superfície de assento esférica para a porção de flange anular ou na proximidade da porção de flange anular e afunilada na direção da extremidade de ponta é de 50 a 60 graus;

- 20 - o diâmetro máximo D_3 da superfície cônica é de $1,03D$ a $1,09D$; e

- a porção de diâmetro máximo da superfície cônica e a porção de flange anular continuam em uma superfície cônica, uma superfície cônica com um contorno convexo ou côncavo, ou com uma superfície cilíndrica.

- 25 4. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, na qual:

- a porção de flange anular é formada na saliência anular externa na direção radial de tubo a partir do diâmetro máximo da superfície esférica que constitui a superfície de assento.

30

5. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com qualquer uma das reivindica-

ções 1 a 4, na qual:

- uma arruela cilíndrica ou uma arruela cilíndrica com flange é proximamente ajustada ou livremente ajustada a uma parte inferior de pescoço da porção de flange anular.

5 6. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com a reivindicação 5, compreendendo ainda:

- a continuidade para a face traseira da porção de flange anular e acima do comprimento correspondente ao comprimento da arruela, uma porção de diâmetro grande com um diâmetro externo de tubo de 1,02D a 1,08D e uma porção afunilada contínua a partir da porção de diâmetro grande e tendo um diâmetro externo suavemente reduzido na direção axial de tubo.

15 7. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com a reivindicação 6, na qual:

- o comprimento inteiro da arruela é de preferência de 0,5D a 2,0D.

20 8. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 7, na qual:

- a superfície de contato de porca de aperto da arruela é feita como uma superfície esférica com um raio esférico de 1,0D a 2,5D.

25 9. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 8, na qual:

- a superfície de contato de arruela da porca de aperto é feita como uma superfície cônica com um ângulo de vértice θ_1 de 90 a 150 graus.

30 10. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, na qual:

- a camada suave é provida sobre a superfície de assento.

11. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de

combustível de alta pressão, de acordo com a reivindicação 10, na qual:

- a camada suave é uma camada descarbonizada.

12. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, na qual:

- a abertura de cabeça se encontra em uma configuração alargada por meio de um chanfro afunilado ou de um chanfro redondo.

13. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, na qual:

- a superfície cônica tem um diâmetro de abertura de cabeça de conexão DT de 1,2Din a 1,6Din, e a profundidade de conicidade Lt da superfície cônica de 0,65L1 a 1,3L1, quando o diâmetro interno do tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa é Din.

14. Estrutura de cabeça de conexão para tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, na qual:

- a superfície traseira da porção de flange anular é feita como uma face perpendicular ao eixo de tubo ou como uma superfície cônica cujo diâmetro é reduzido na direção da parte traseira do eixo de tubo.

15. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com a reivindicação 14, na qual:

- um ângulo de vértice θ_2 da superfície cônica da face traseira da porção de flange anular é de 75 a 120 graus.

16. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com a reivindicação 13, na qual:

- uma porção de diâmetro interno da cabeça de conexão é cônica, quando o raio esférico R da superfície de assento é de 0,57D a 0,65D.

17. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com a reivindicação 14 ou 15, na qual:

- uma porção de diâmetro interno da cabeça de conexão é cônica.

ca, quando a face traseira da porção de flange anular é uma superfície cônica.

18. Estrutura de cabeça de conexão para tubos de injeção de combustível de alta pressão, de acordo com a reivindicação 13, na qual:

- 5 - uma porção de diâmetro interno da cabeça de conexão é cônica, quando o diâmetro interno D_{in} do tubo de aço de pequeno diâmetro e parede espessa é de $0,4D$ a $0,63D$.

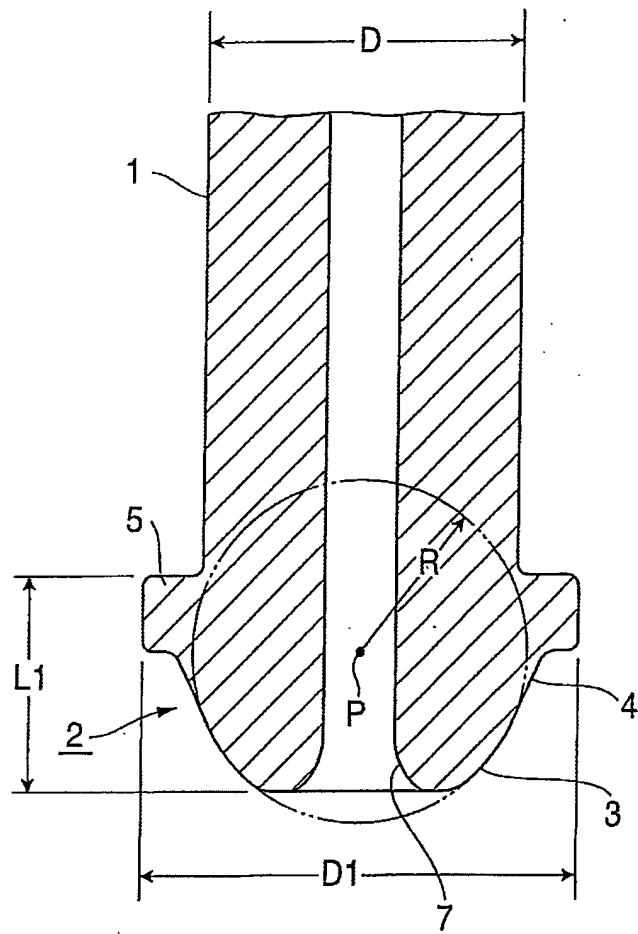


FIG. 1



2.

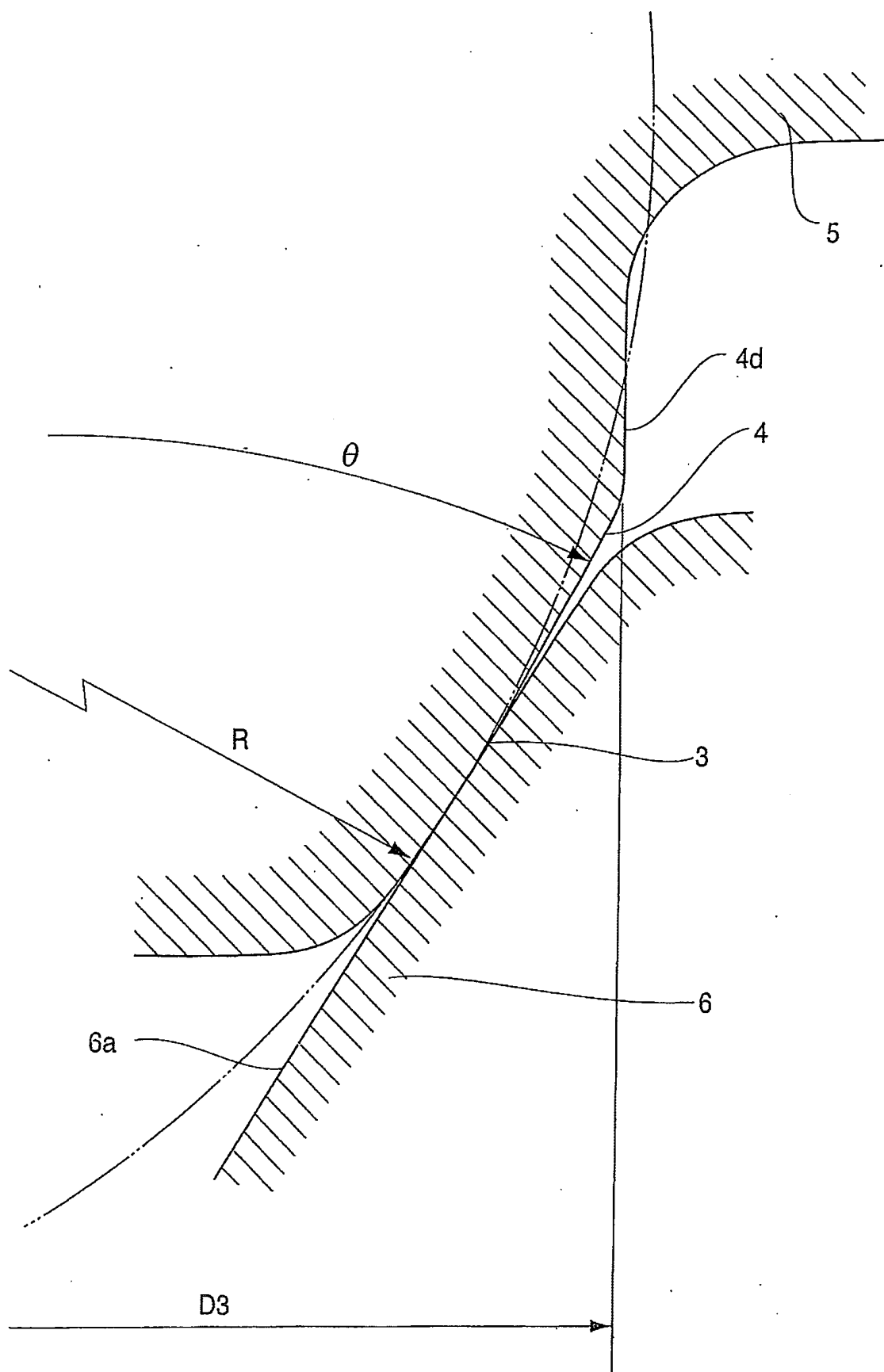


FIG. 3

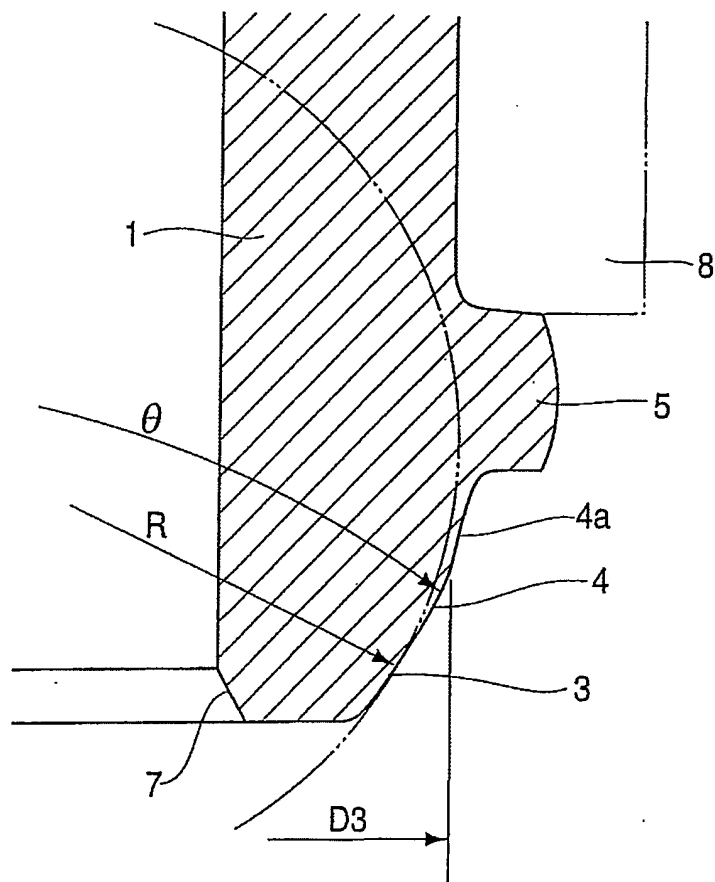


FIG. 4

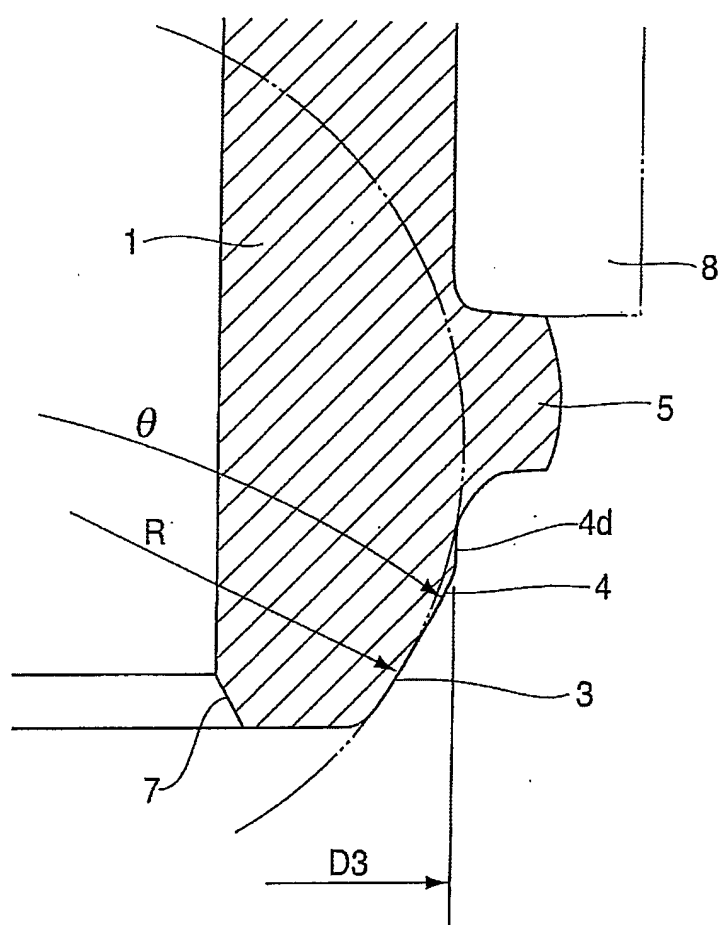


FIG. 5

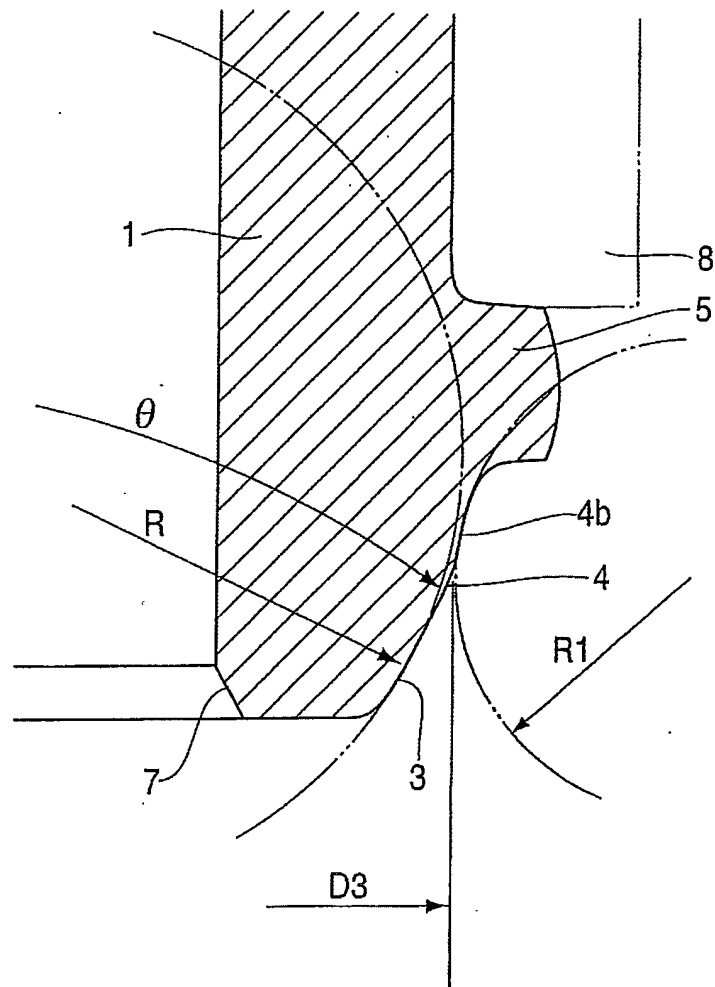


FIG. 6

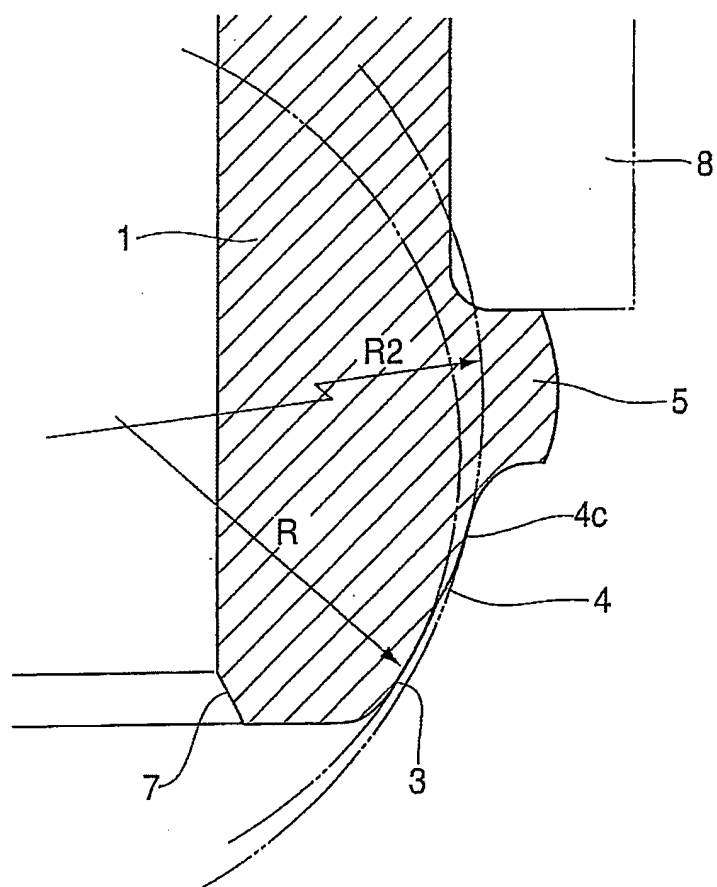


FIG. 7

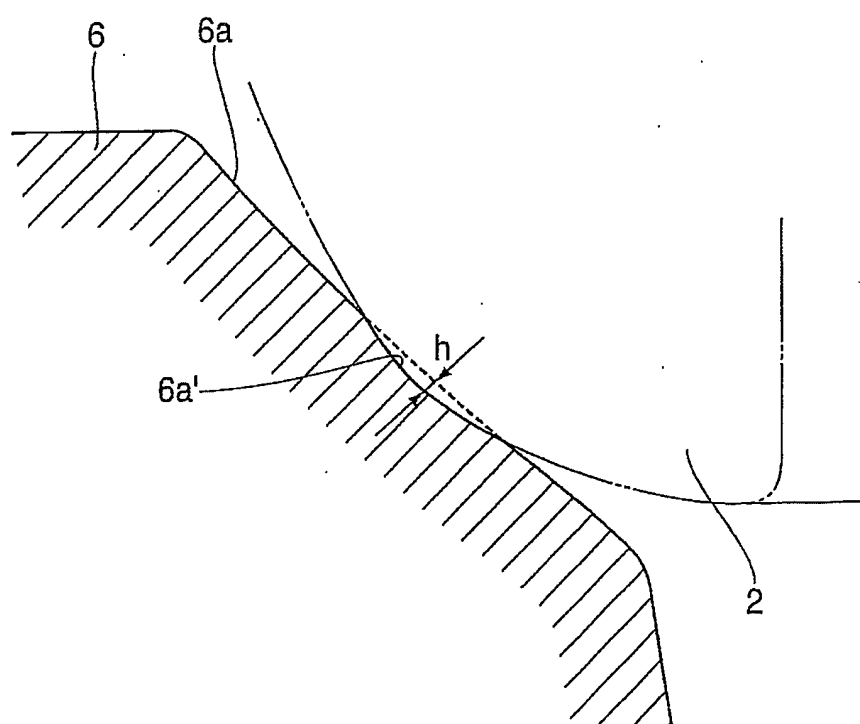


FIG. 8

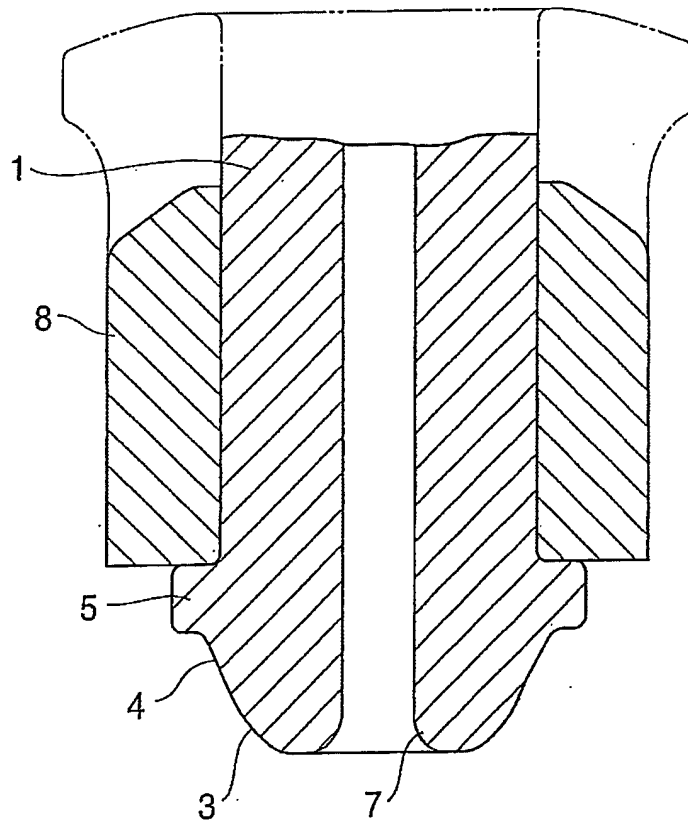


FIG. 9

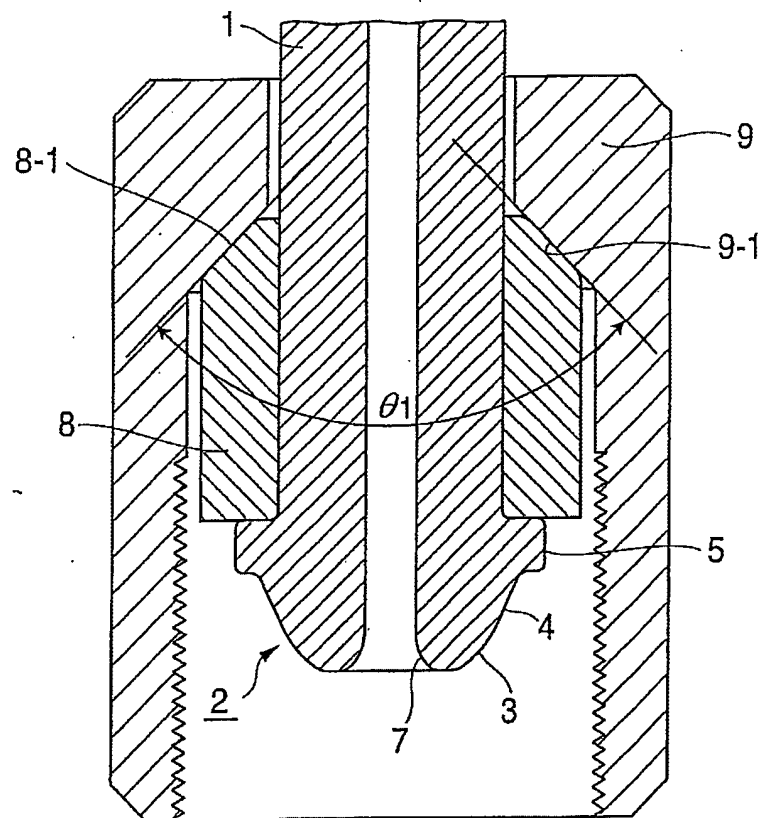


FIG. 10

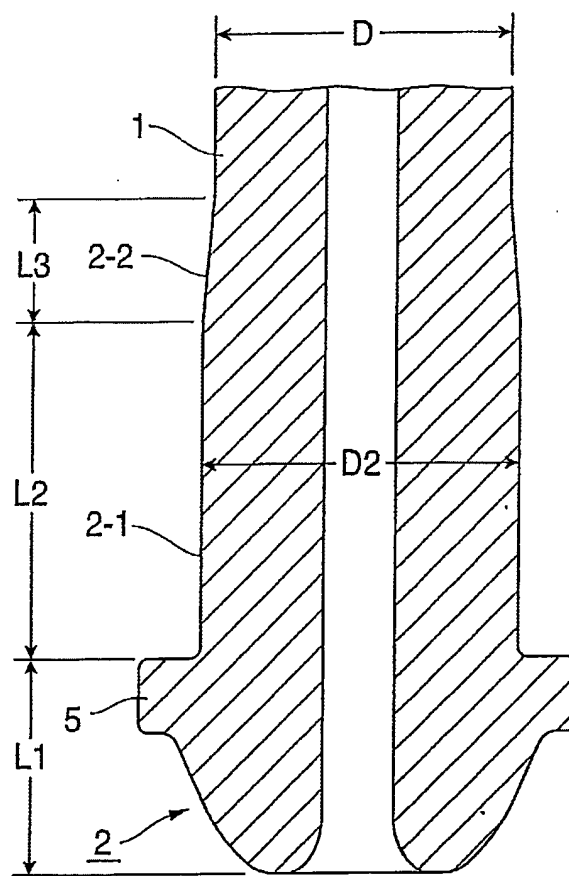


FIG. 11

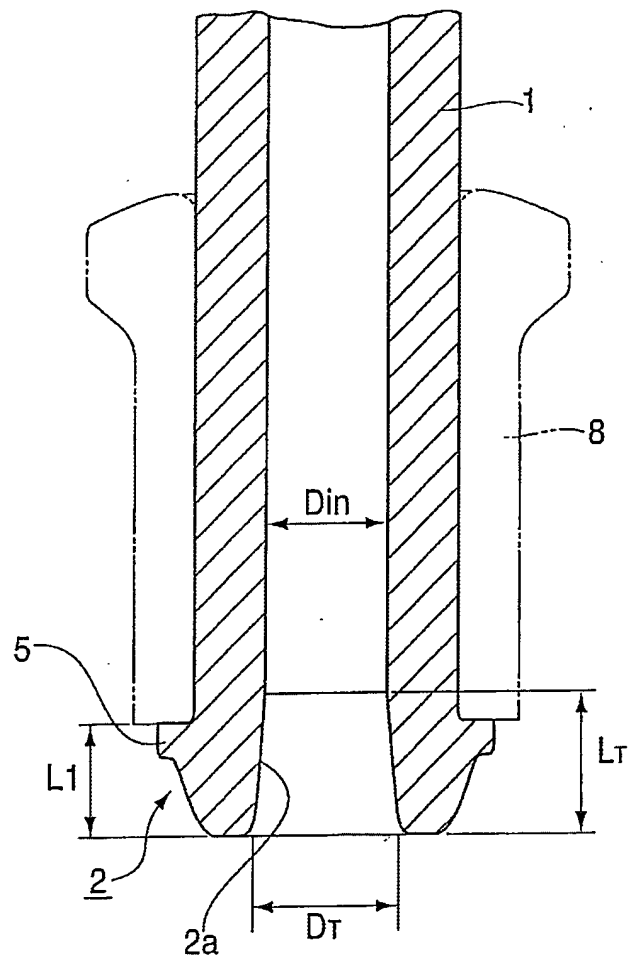


FIG. 12

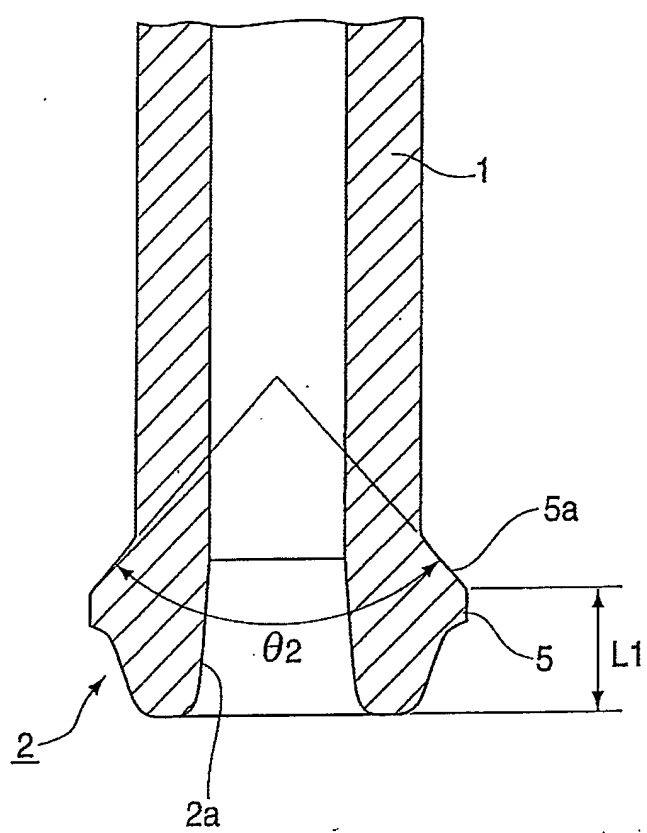


FIG. 13

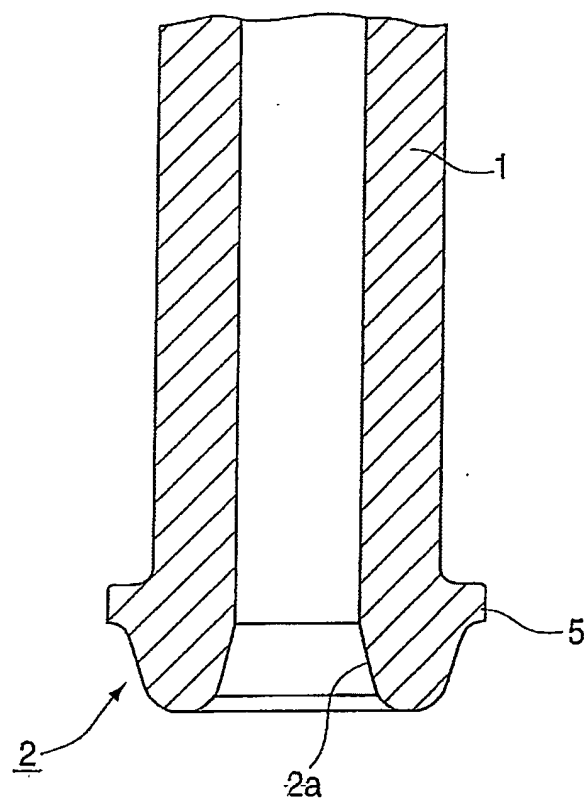


FIG. 14

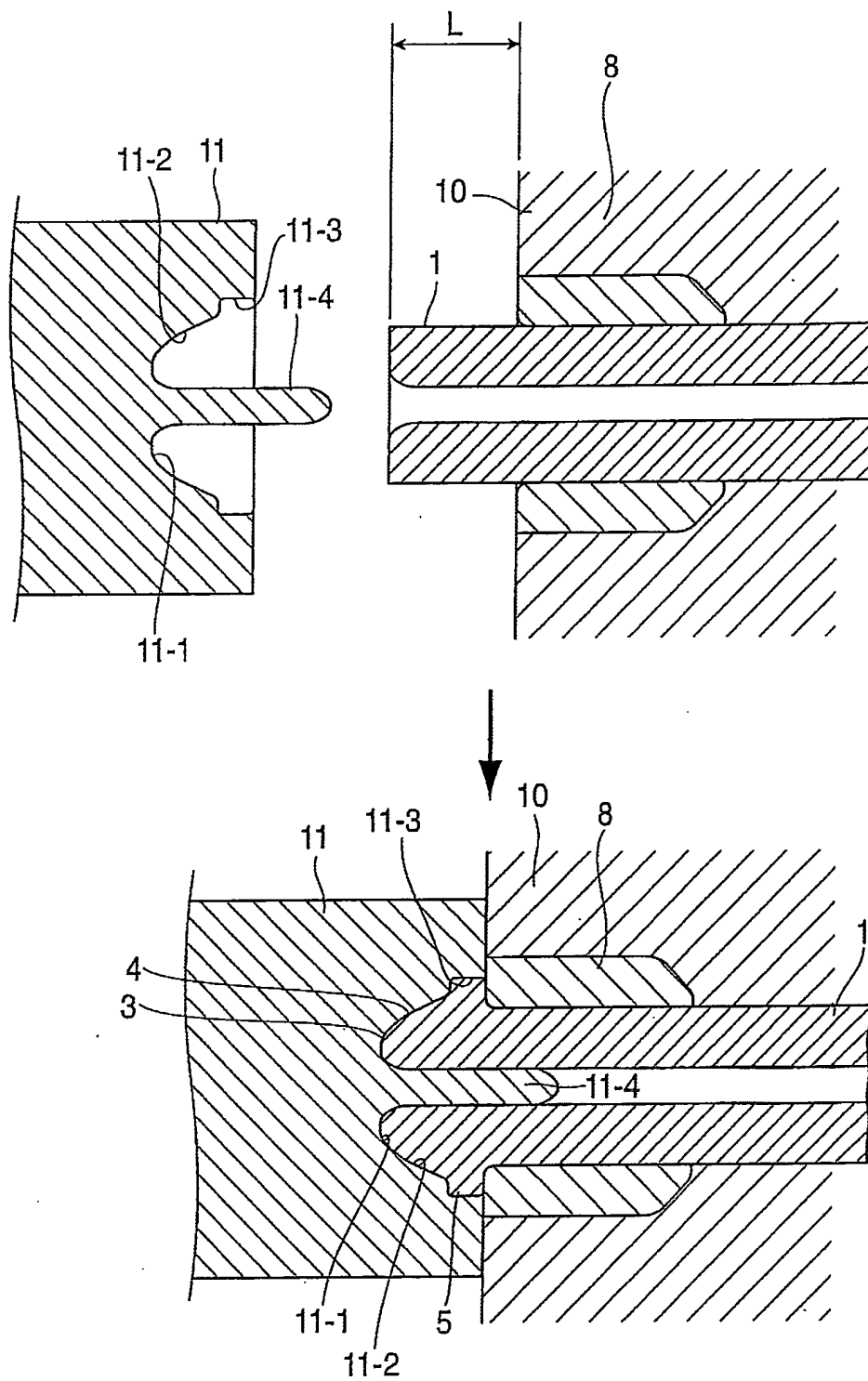


FIG. 15

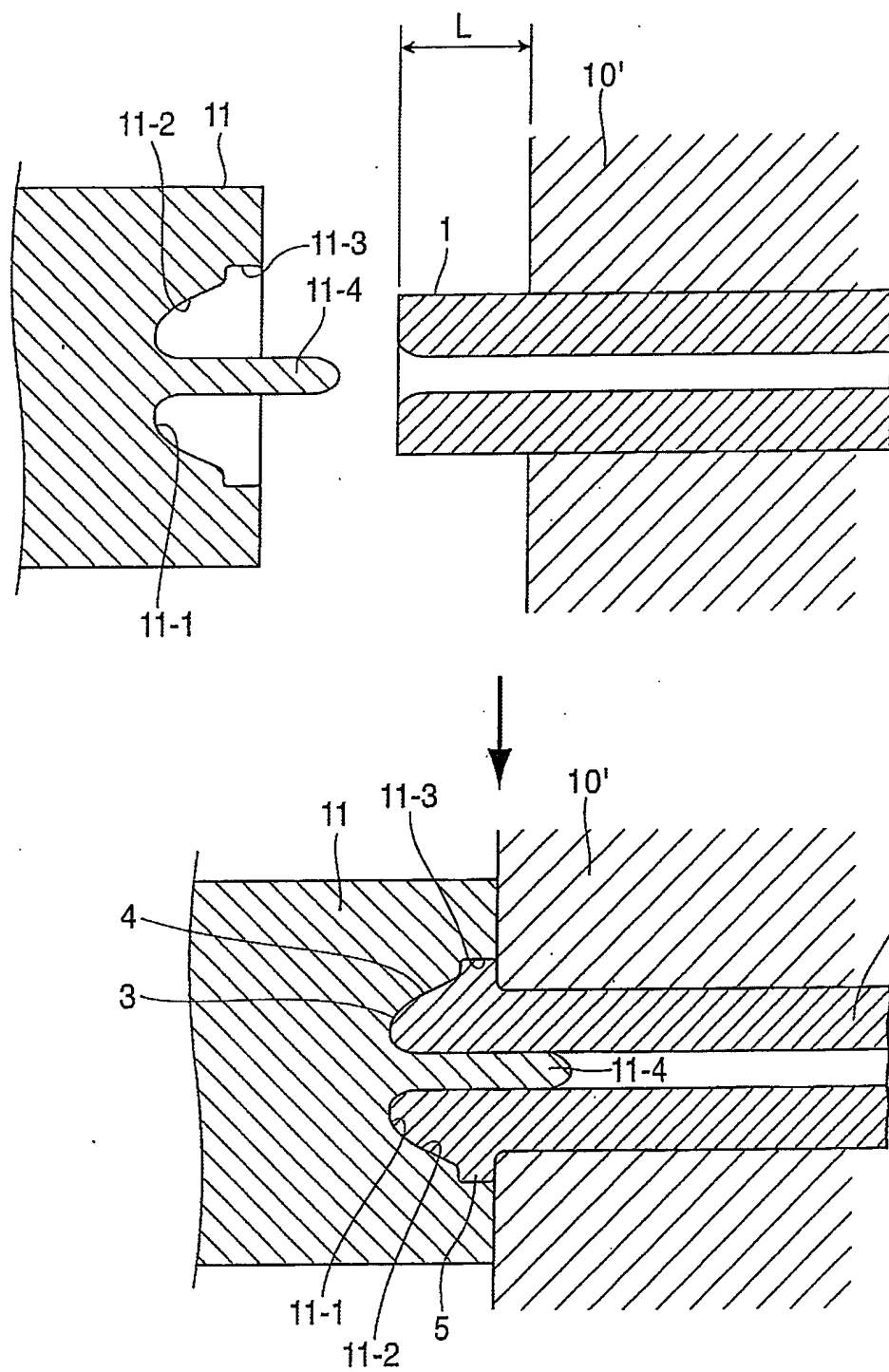


FIG. 16

Técnica anterior

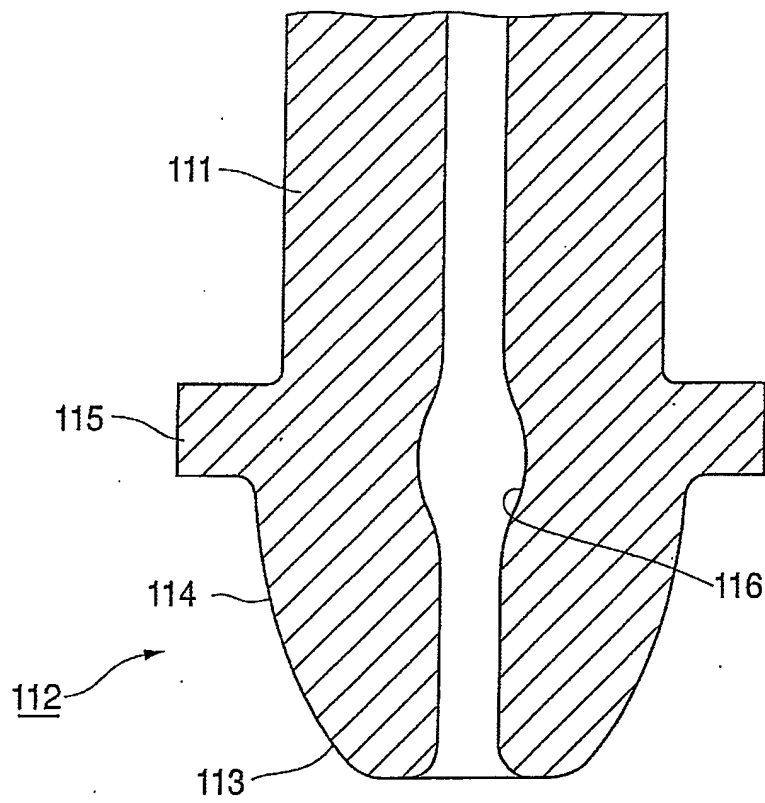


FIG. 17

RESUMO

Patente de Invenção: "ESTRUTURA DE CABEÇA DE CONEXÃO PARA TUBOS DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL DE ALTA PRESSÃO".

5 A presente invenção refere-se a tubo de injeção de combustível de alta pressão que é provido, cujo tubo impede a geração de rachadura em uma porção de bolsa na moldagem de uma cabeça, a geração de rachadura sendo devida a uma erosão por cavitação e à geração de um esforço de tração envolvido com a formação de uma bolsa, sendo o tubo resistente contra ruptura por fadiga.

10 Em um tubo de injeção de combustível de alta pressão, compreendendo uma superfície de assento esférica, uma porção de flange anular, e uma superfície cônica contínua a partir da superfície de assento em uma extremidade de conexão de um tubo de aço de diâmetro pequeno e parede espessa e que incorpora uma arruela e uma porca de aperto, no caso de um
15 material de tubo com t (espessura)/ D (diâmetro externo) $< 0,3$, uma extremidade de conexão é provida a uma distância axial a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira da porção de flange anular é de $0,38D$ a $0,6D$, o raio esférico da superfície de assento é de $0,45D$ a $0,65D$, e o diâmetro externo da porção de flange anular é de $1,2D$ a $1,4D$, e a superfí-
20 cie periférica interna da cabeça tem uma superfície cilíndrica substancialmente plana ou uma superfície cônica, enquanto, no caso de um material de tubo com t (espessura)/ D (diâmetro externo) $\geq 0,3$, a distância axial a partir da extremidade de cabeça de conexão para a face traseira de porção de flange anular é de $0,38D$ a $0,7D$.