República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112015005736-5 B1

(22) Data do Depósito: 11/09/2013

(45) Data de Concessão: 09/03/2021

(54) Título: JUNTA DE PARAFUSO PARA TUBO DE AÇO

(51) Int.Cl.: F16L 15/04.

(30) Prioridade Unionista: 21/09/2012 JP 2012-208600.

(73) Titular(es): VALLOUREC OIL AND GAS FRANCE; NIPPON STEEL CORPORATION.

(72) Inventor(es): YOUSUKE OKU; TATSUYA YAMAMOTO; MASAAKI SUGINO; RUSSELL ELDER.

(86) Pedido PCT: PCT JP2013074562 de 11/09/2013

(87) Publicação PCT: WO 2014/045973 de 27/03/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 16/03/2015

(57) Resumo: JUNTA DE PARAFUSO PARA TUBO DE AÇO. Trata-se de uma junta de parafuso para um tubo de aço, em que um ângulo de afunilamento de uma superfície afunilada de um pino é substancialmente o mesmo de um ângulo de afunilamento de uma superfície afunilada de uma caixa. Adicionalmente, o pino e a caixa interferem um no outro em uma direção radial, ao passo que uma superfície de vedação do pino e uma superfície de vedação da caixa entram em contato entre si em um processo de construção entre uma parte de parafuso macho e uma parte de parafuso fêmea e pelo menos uma parte da superfície de vedação do pino entra em contato próximo com pelo menos uma parte da superfície de vedação da caixa sobre toda a circunferência. Ademais, um mecanismo de amplificação de pressão de contato que aumenta uma pressão de contato entre a superfície de vedação do pino e a superfície de vedação da caixa na conclusão da construção é fornecido também.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"JUNTA DE PARAFUSO PARA TUBO DE AÇO".**

[CAMPO DA TÉCNICA]

[0001] A presente invenção se refere a uma junta de parafuso para um tubo de aço.

[0002] Reivindica-se prioridade do Pedido de Patente nº JP 2012-208600, depositado no dia 21 de setembro de 2012, cujo conteúdo está incorporado ao presente documento a título de referência.

[ANTECEDENTES DA TÉCNICA]

[0003] Por exemplo, quando combustíveis fósseis como óleo bruto, gás natural, gás de xisto ou hidrato de metano, e fontes subterrâneas gasosas ou líquidas como água subterrânea ou uma fonte termal são escavadas e produzidas, os tubos de aço como tubos de poço de óleo são usados. Em geral, os tubos de aço como os tubos de poço de óleo são conectados entre si por uma junta de parafuso. A junta de parafuso é amplamente classificada em dois tipos. Um tipo é um tipo de acoplamento. No tipo de acoplamento, dois tubos de aço nos quais membros de parafuso macho (pinos) são fornecidos em ambas as extremidades são conectados entre si através de um tubo pequeno denominado como um acoplamento no qual membros de parafuso fêmea (caixas) são fornecidos em ambas as extremidades. O outro tipo é um tipo integral. No tipo integral, o pino é fornecido em uma extremidade do tubo de aço, a caixa é fornecida na outra extremidade e dois tubos de aço são diretamente conectados entre si sem usar o acoplamento.

[0004] Como uma junta de parafuso para um tubo de poço de óleo, existe uma junta de parafuso, de acordo com Padrão do Instituto Americano de Petróleo, isto é, uma chamada junta de API. Adicionalmente, existe uma junta especial que aperfeiçoa o desempenho para suportar ambientes mais rigorosos. As maiorias das

juntas especiais incluem não apenas estruturas de parafuso necessárias para conectar os tubos de aço, mas também vedar os mecanismos responsáveis pelo desempenho da vedação de gás ou líquido. Em particular, quando é necessário que um fluido de alta pressão seja vedado, como o mecanismo de vedação, uma vedação com traço metálico é amplamente usada, em que superfícies sem parafusos rotacionalmente simétricas (superfícies de vedação) são fornecidas em uma superfície externa do pino e a superfície interna correspondente da caixa respectivamente e as superfícies de vedação são encaixadas uma na outra.

[0005] Na vedação com traço metálico, um diâmetro externo do pino é configurado para ser ligeiramente maior que um diâmetro interno da caixa (essa diferença de diâmetro é denominada como uma “quantidade de interferência de vedação”). Na vedação com traço metálico, o pino e a caixa são encaixados e interferem um no outro em uma direção radial e, por conseguinte, as forças de restauração elásticas que tentam retornar para os diâmetros originais de cada uma dentre a caixa e o pino são geradas entre a caixa com diâmetro ampliado e o pino com diâmetro reduzido. As superfícies de vedação podem entrar em contato próximo entre si sobre toda a circunferência usando as forças de restauração elásticas. Na vedação com traço metálico, se a quantidade de interferência de vedação for configurada para grande, o desempenho da vedação poderá ser aumentado. Por outro lado, se a quantidade de interferência de vedação for configurada para extremamente grande, ocorrerá escoriação nas superfícies de vedação em um processo de construção da junta de parafuso.

[0006] Dessa maneira, o desempenho da vedação e o desempenho de resistência contra escoriação da junta de parafuso estão em uma relação conflitante. Em particular, na junta de parafuso

para um tubo de aço que é formado por alta liga de aço contendo grande quantidade de cromo, níquel ou similar, a escoriação ocorre facilmente e, por isso, é difícil alcançar tanto o desempenho da vedação como o desempenho de resistência contra escoriação.

[0007] Consequentemente, são reveladas várias tecnologias que evitam a escoriação das superfícies de vedação enquanto mantêm o desempenho da vedação, isto é, sem diminuir a quantidade de interferência de vedação (consulte os Documentos de Patente 1 a 6).

[0008] Por exemplo, nos Documentos de Patente 1 e 2, as técnicas relacionadas que aperfeiçoam um revestimento de lubrificação são reveladas. Especificamente, no Documento de Patente 1, uma tecnologia é revelada, na qual uma camada de substrato processada com ácido oxálico é formada em cada superfície de uma parte de parafuso e uma superfície de vedação e uma camada de revestimento de resina dispersada com dissulfeto de molibdênio ou dissulfeto de tungstênio é formada na camada de substrato. No Documento de Patente 2, uma tecnologia é revelada, na qual uma camada de substrato de zinco poroso ou liga de zinco é formada em cada superfície de uma parte de parafuso e uma superfície de vedação e um revestimento lubrificante sólido ou um revestimento lubrificante líquido não contendo metal pesado é formado na camada de substrato. De acordo com os Documentos de Patente 1 e 2, o desempenho de resistência contra escoriação é aperfeiçoado.

[0009] Em relação a uma junta de parafuso em que o revestimento lubrificante descrito acima ou o revestimento de tratamento de superfície é formado em cada superfície da parte de parafuso e da superfície de vedação, na maioria dos casos, é necessário atenção para manusear o revestimento lubrificante ou o revestimento de tratamento de superfície. Consequentemente, devido ao manuseio bruto durante o transporte de tubos de poço de óleo para um local de

poço de óleo ou no local, defeitos como descascamento do revestimento lubrificante ou descascamento do revestimento de tratamento de superfície ocorrem facilmente.

[0010] No Documento de Patente 3, uma tecnologia que desenvolve um formato de uma superfície de vedação é revelado. Especificamente, uma tecnologia é revelada, na qual a superfície de vedação de uma caixa é formada como uma superfície afunilada, a superfície de vedação de um pino é formada como uma superfície curvada, ambas as superfícies de vedação entram em contato entre si em uma faixa relativamente estreita, uma pressão de contato local é aumentada e o desempenho de vedação é aperfeiçoado.

[0011] No Documento de Patente 4, uma tecnologia na qual duas superfícies de vedação são formadas em uma junta de parafuso de tipo integral é revelada. Especificamente, em uma superfície de vedação, uma superfície de vedação de pino é formada como uma superfície afunilada, e uma superfície de vedação de caixa é formada como uma superfície curvada, e ambas as superfícies entram em contato entre si. Na outra superfície de vedação, em uma relação inversa, isto é, a caixa é formada como uma superfície afunilada e o pino é formado como uma superfície curvada e ambas as superfícies entram em contato entre si.

[0012] No Documento de Patente 5, uma tecnologia na qual as superfícies de vedação do pino e das caixas são formadas como superfícies curvadas é revelada. De acordo com as tecnologias reveladas nos Documentos de Patente 3 a 5, visto que uma alta pressão de contato local pode ser obtida, caso as quantidades de interferência de vedação forem as mesmas, o alto desempenho de vedação será obtido. Ademais, visto que uma parte de contato vedante é formada de acordo com o contato entre a superfície afunilada e a superfície curvada, o desempenho de vedação estável é obtido.

[0013] No entanto, nos formatos das superfícies de vedação revelados nos Documentos de Patente 3 a 5, as superfícies de vedação de cada um dentre o pino e caixa deslizem enquanto entram em contato entre si em uma largura de contato estreita e uma pressão de contato média alta mesmo em um processo no qual a junta de parafuso é construída. Consequentemente, o desempenho de resistência contra escoriação torna-se desfavorável. Em particular, na junta de parafuso formada por alta liga de aço contendo cromo com 13% de massa ou mais, a ocorrência da escoriação torna-se inevitável, desde que o tratamento de superfície custoso não seja aplicado à junta de parafuso.

[0014] Adicionalmente, no Documento de Patente 6, uma tecnologia é revelada, na qual os formatos das superfícies de vedação do pino e da caixa são formados como superfícies afuniladas e entram em contato entre si e o desempenho de resistência contra escoriação é aperfeiçoado.

[DOCUMENTO DA TÉCNICA ANTERIOR]

[DOCUMENTO DE PATENTE]

[0015] [Documento de Patente 1] Pedido de Patente não Examinado, Primeira Publicação nº JP 2000-130654

[0016] [Documento de Patente 2] Panfleto de Publicação Internacional PCT nº WO 2002/059519

[0017] [Documento de Patente 3] Pedido de Patente, Publicação nº US 2004/108719

[0018] [Documento de Patente 4] Relatório descritivo de Patente nº US 4153283

[0019] [Documento de Patente 5] Relatório descritivo de Patente nº US 3856337

[0020] [Documento de Patente 6] Relatório descritivo de Patente nº US 4736967

[REVELAÇÃO DA INVENÇÃO]

[PROBLEMA QUE A INVENÇÃO DEVE SOLUCIONAR]

[0021] De acordo com a tecnologia revelada no Documento de Patente 6, as superfícies afuniladas que são superfícies de vedação em contato com uma largura de contato ampla no processo no qual a junta de parafuso é construída. Portanto, a pressão de contato média entre as superfícies de vedação pode ser suprimida e a escoriação não ocorre facilmente.

[0022] No entanto, na tecnologia revelada no Documento de Patente 6, as superfícies de vedação mantêm contato entre si em uma largura de contato ampla mesmo após a construção ser finalizada e o estado no qual a pressão de contato média é diminuída é mantido. Consequentemente, existe um limite no desempenho da vedação de acordo com essa tecnologia. Ademais, se a pressão aplicada às superfícies de vedação for aumentada, o desempenho da vedação será insuficiente e, portanto, há um risco de que possa ocorrer vazamento de fluido.

[0023] A presente invenção é realizada em consideração às circunstâncias descritas acima e um objetivo da mesma é fornecer uma junta de parafuso para um tubo de aço que alcança de forma estável tanto alto desempenho de resistência contra escoriação como o desempenho de vedação.

[MEIOS PARA SOLUCIONAR OS PROBLEMAS]

[0024] A presente invenção adota os seguintes aspectos para solucionar os problemas e alcançar seu objetivo.

(1) De acordo com um aspecto da presente invenção, obtém-se uma junta de parafuso para um tubo de aço incluindo: um pino que inclui uma parte de parafuso macho formada por um parafuso com duas partes e uma superfície de vedação incluindo uma superfície afunilada e uma superfície curvada adjacente à superfície afunilada,

em que a superfície de vedação do pino é formada em uma parte intermediária do parafuso com duas partes e uma caixa que inclui uma parte de parafuso fêmea formada por um parafuso com duas partes e uma superfície de vedação incluindo uma superfície afunilada e uma superfície curvada adjacente à superfície afunilada, em que a superfície de vedação da caixa é formada em uma parte intermediária do parafuso com duas partes. Um ângulo de afunilamento da superfície afunilada do pino é substancialmente igual a um ângulo de afunilamento da superfície afunilada da caixa. Adicionalmente, a parte de parafuso macho e a parte de parafuso fêmea são construídas por aparafusamento, o pino e a caixa interferem um no outro em uma direção radial, ao passo que a superfície de vedação do pino e a superfície de vedação da caixa entram em contato entre si em um processo da construção e pelo menos uma parte da superfície de vedação entra em contato próximo com pelo menos uma parte da superfície de vedação da caixa sobre toda a circunferência. Ademais, um mecanismo de amplificação de pressão de contato que aumenta uma pressão de contato entre a superfície de vedação do pino e a superfície de vedação da caixa na conclusão da construção comparado a um ponto de tempo durante a construção é fornecido também.

(2) Na junta de parafuso para um tubo de aço descrito na Figura 1, a superfície curvada do pino pode ser formada em um lado de ponta do pino e a superfície curvada da caixa pode ser formada em um lado de ponta da caixa.

(3) Na junta de parafuso para um tubo de aço descrita em (1), a superfície curvada do pino pode ser formada em um lado oposto a um lado de ponta do pino e a superfície curvada da caixa pode ser formada em um lado oposto a um lado de ponta da caixa.

(4) Na junta de parafuso para um tubo de aço descrito na

Figura 1, a superfície curvada do pino pode ser formada para ser adjacente a ambos os lados da superfície afunilada do pino e um comprimento da superfície afunilada da caixa pode ser maior do que um comprimento da superfície de vedação do pino.

(5) Na junta de parafuso para um tubo de aço descrito na Figura (1), a superfície curvada da caixa pode ser formada para ser adjacente a ambos os lados da superfície afunilada da caixa e um comprimento da superfície afunilada do pino pode ser maior do que um comprimento da superfície de vedação da caixa.

(6) Na junta de parafuso para um tubo de aço descrito em qualquer uma das Figuras 1 a 5, uma pressão de contato de pico pode ser gerada em uma parte de contato entre a superfície curvada e a superfície afunilada em uma superfície de contato entre a superfície de vedação do pino e a superfície de vedação da caixa na conclusão da construção.

(7) Na junta de parafuso para um tubo de aço descrito em qualquer uma das Figuras 1 a 6, o mecanismo de amplificação de pressão de contato pode aumentar a pressão de contato entre a superfície de vedação do pino e a superfície de vedação da caixa construindo-se entre um parafuso com formato de cauda de andorinha que é formado em um local adjacente à superfície de vedação da parte de parafuso macho e um parafuso com formato de cauda de andorinha que é formado em um local adjacente à superfície de vedação da parte de parafuso fêmea.

(8) Na junta de parafuso para um tubo de aço descrito em qualquer uma das Figuras 1 a 6, o mecanismo de amplificação de pressão de contato pode aumentar a pressão de contato entre a superfície de vedação do pino e a superfície de vedação da caixa por um ombro de gancho que é adjacente tanto a um lado dianteiro como a um lado traseiro de cada uma dentre a superfície de vedação do

pino e a superfície de vedação da caixa.

(9) Na junta de parafuso para um tubo de aço descrito em qualquer uma das Figuras 1 a 8, a parte de parafuso macho e a parte de parafuso fêmea podem incluir um parafuso com formato de cauda de andorinha.

(10) Na junta de parafuso para um tubo de aço descrito em qualquer uma das Figuras 1 a 9, o ângulo de afunilamento da superfície afunilada do pino e o ângulo de afunilamento da superfície afunilada da caixa podem ser de 2º a 10º.

[VANTAGEM DA INVENÇÃO]

[0025] De acordo com os aspectos descritos acima, a junta de parafuso para um tubo de aço que pode diminuir de forma estável o risco de escoriação da superfície de vedação e pode exibir desempenho de vedação estável após a construção ser finalizada pode ser fornecida.

[BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS]

[0026] A Figura 1 é uma vista em corte transversal que mostra esquematicamente um formato de corte transversal longitudinal de uma junta de parafuso para um tubo de aço, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[0027] A Figura 2 é uma vista em corte transversal da parte principal que mostra dimensões de cada parte de vedação de um pino e uma caixa da junta de parafuso para um tubo de aço mostrado por uma parte fechada X na Figura 1.

[0028] A Figura 3A é uma vista esquemática que mostra um estado antes do pino e da caixa serem construídos na junta de parafuso para um tubo de aço mostrado na Figura 1.

[0029] A Figura 3B é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção entre o pino e a caixa é finalizada na junta de parafuso para um tubo de aço mostrado na Figura 1.

[0030] A Figura 4A é uma vista esquemática que mostra um estado antes das superfícies de vedação de cada um dentre um pino e uma caixa serem construídas, configurando um exemplo de junta de parafuso para um tubo de aço, de acordo com a modalidade da presente invenção.

[0031] A Figura 4B é uma vista esquemática que mostra um estado em um processo de construção das superfícies de vedação de cada um dentre o pino e a caixa mostrados na Figura 4A.

[0032] A Figura 4C é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção das superfícies de vedação de cada um dentre o pino e a caixa mostrados na Figura 4A é finalizada.

[0033] A Figura 5A é uma vista esquemática que mostra um estado antes das superfícies de vedação de cada um dentre um pino e uma caixa serem construídas, configurando outro exemplo de junta de parafuso para um tubo de aço, de acordo com a modalidade da presente invenção.

[0034] A Figura 5B é uma vista esquemática que mostra um estado em um processo de construção das superfícies de vedação de cada um dentre pino e a caixa mostrados na Figura 5A.

[0035] A Figura 5C é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção das superfícies de vedação de cada um dentre o pino e a caixa mostrados na Figura 5A é finalizada.

[0036] A Figura 6A é uma vista esquemática que mostra um estado antes das superfícies de vedação de cada um dentre um pino e uma caixa serem construídas, configurando ainda outro exemplo da junta de parafuso, de acordo com a modalidade da presente invenção.

[0037] A Figura 6B é uma vista esquemática que mostra um estado em um processo de construção das superfícies de vedação de cada um dentre o pino e a caixa mostrados na Figura 6A.

[0038] A Figura 6C é uma vista esquemática que mostra um

estado quando a construção das superfícies de vedação de cada um dentre o pino e a caixa mostrados na Figura 6A é finalizada.

[0039] A Figura 7A é uma vista esquemática que mostra um estado antes das superfícies de vedação de cada um dentre um pino e uma caixa serem construídas, configurando ainda outro exemplo da junta de parafuso, de acordo com a modalidade da presente invenção.

[0040] A Figura 7B é uma vista esquemática que mostra um estado em um processo de construção das superfícies de vedação de cada um dentre o pino e a caixa mostrados na Figura 7A.

[0041] A Figura 7C é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção das superfícies de vedação de cada um dentre o pino e a caixa mostrados na Figura 7A é finalizada.

[0042] A Figura 8 é uma vista esquemática que mostra um exemplo de configuração de um parafuso com formato de cauda de andorinha.

[0043] A Figura 9 é uma vista esquemática que mostra um exemplo quando um ombro de gancho é fornecido para ser adjacente tanto ao lado dianteiro como ao lado traseiro de cada uma dentre as superfícies de vedação do pino e da caixa.

[0044] A Figura 10 é uma vista esquemática que mostra outro exemplo quando um ombro de gancho é fornecido para ser adjacente tanto ao lado dianteiro como ao lado traseiro de cada uma dentre as superfícies de vedação do pino e da caixa.

[0045] A Figura 11 é uma vista esquemática que mostra um caso em que dois ombros de gancho são fornecidos para serem adjacentes ao lado dianteiro e ao lado traseiro das superfícies de vedação do pino e da caixa.

[0046] A Figura 12A é uma vista esquemática que mostra um estado antes das superfícies de vedação de cada um dentre um pino e uma caixa serem construídas, de acordo com um formato de vedação

da técnica relacionada.

[0047] A Figura 12B é uma vista esquemática que mostra um estado em um processo de construção das superfícies de vedação de cada um dentre o pino e a caixa mostrados na Figura 12A.

[0048] A Figura 12C é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção das superfícies de vedação de cada um dentre o pino e a caixa mostrados na Figura 12A é finalizado.

[MELHOR MODO PARA REALIZAR A INVENÇÃO]

[0049] Doravante, uma modalidade da presente invenção será descrita em detalhes com referência aos desenhos anexos.

[0050] Primeiro, por exemplo, os inventores revisaram em detalhes as causas que ocorrem frequentemente para escoriação de uma superfície de vedação em um processo de construção de uma junta de parafuso para um tubo de aço formado por alta liga de aço contendo cromo (Cr) com 13% de massa ou mais.

[0051] A Figura 12A é uma vista esquemática que mostra um estado antes das superfícies de vedação 2 e 4 de cada um dentre um pino 1 e uma caixa 3 serem construídas, de acordo com um formato de vedação da técnica relacionada. A Figura 12B é uma vista esquemática que mostra um estado em um processo de construção das superfícies de vedação 2 e 4 de cada um dentre o pino 1 e a caixa 3 mostrados na Figura 12A. A Figura 12C é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção das superfícies de vedação 2 e 4 de cada um dentre o pino 1 e a caixa 3 mostrados na Figura 12A é finalizada. Adicionalmente, o lado direito nas Figuras 12A a 12C é um lado de ponta no pino 1 e o lado esquerdo é um lado de ponta na caixa 3. Doravante, isso é aplicado de forma semelhante para todos os desenhos no presente relatório descritivo.

[0052] Conforme mostrado nas Figuras 12A a 12C, a superfície de vedação 4 da caixa 3 é configurada a partir de uma superfície

afunilada 4a e de superfícies curvadas 4b e 4c que são conectadas de maneira suave ambas as extremidades da superfície afunilada. Por outro lado, a superfície de vedação 2 do pino 1 é configurada a partir de uma única superfície curvada grade 2b.

[0053] Um revestimento de galvanização de cobre foi formado na caixa 3 e um teste de construção de parafuso foi realizado. Como um resultado, em particular, constatou-se que um fenômeno ocorreu frequentemente, no qual o revestimento de galvanização de cobre formado na superfície curvada 4c da caixa 3 foi significativamente gasto. Adicionalmente, esse fenômeno ocorreu quando uma junta de parafuso incluiu um formato de parafuso no qual um formato em corte transversal de uma rosca foi um chamado formato de cauda de andorinha e tanto os flancos de carregamento como os flancos de penetração da rosca entraram em contato entre si para serem construídos quando a construção foi finalizada. Isto é, esse fenômeno ocorreu significativamente em um caso de uma junta de parafuso no qual havia muita folga até imediatamente antes da construção ser finalizada.

[0054] Consequentemente, a fim de examinar a causa do desgaste do revestimento de galvanização de cobre formado na superfície curvada 4c da caixa 3, os inventores revisaram em detalhes um estado de contato da superfície de vedação 4 de um processo de construção de acordo com uma análise de elemento finita. Como um resultado, constatou-se que as principais causas da escoriação eram o contato da superfície curvada 4c da caixa 3 com a superfície curvada 2b do pino 1 quando o contato da superfície de vedação 2 do pino 1 se iniciou, em que o estado de contato torna-se um estado de contato linear no qual as superfícies curvadas 4c e 2b entraram em contato entre si em uma largura significativamente estreita e em que uma alta pressão de contato de pico ocorre.

[0055] Ademais, quando o parafuso que tem uma folga até imediatamente antes da conclusão da construção foi usado, visto que cada eixo geométrico do pino 1 e da caixa 3 foi sacudido e tornou-se instável quando o contato entre a superfície de vedação 2 do pino 1 e a superfície de vedação 4 da caixa 3 se iniciou, constatou-se que o torci-mento e a escoriação entre as superfícies de vedação 2 e 4 ocorreu de modo significativo.

[0056] A partir do que foi dito acima, os inventores obtiveram resultados como (I) e (II) abaixo.

(I) Se uma pressão de contato de pico em excesso devido ao contato entre as superfícies curvadas 2b e 4c quando o contato entre as superfícies de vedação 2 e 4 se inicia puder ser diminuída, a ocorrência da escoriação entre as superfícies de vedação 2 e 4 poderá ser evitada.

(II) Quando o contato entre as superfícies de vedação 2 e 4 se inicia ou no processo de construção, se o contato entre as superfícies curvadas 2b e 4c ou entre a superfície curvada 2b e a superfície afunilada 4a não for um contato linear e os formatos das superfícies de vedação 2 e 4 forem formados apropriadamente, de modo que as superfícies afuniladas entrem em contato entre si a fim de serem paralelas, as superfícies de vedação poderão entrar em contato entre si uniformemente em uma largura de contato mais ampla e a ocorrência da alta pressão de contato de pico poderá ser evitada.

[0057] No entanto, o alto desempenho de vedação não pode ser obtido em um estado no qual a pressão de contato de pico mantém-se baixa após a construção ser finalizada. A fim de obter alto desempenho de vedação, é necessário gerar uma alta pressão de contato de pico nas superfícies de vedação 2 e 4 em um ponto de tempo quando a construção é finalizada. Ademais, a fim de obter uma alta pressão de contato de pico, é mais eficaz para as superfícies

curvadas 2b e 4c das superfícies de vedação 2 e 4 entrarem em contato entre si. Por outro lado, a maioria das quantidades de interferência de vedação são introduzidas antecipadamente, imediatamente antes de a construção ser finalizada. Consequentemente, mesmo quando as superfícies de vedação deslizam a fim de realizar o deslizamento de rotação ligeiramente restante até a construção ser finalizada, há uma alta possibilidade de a escoriação poder ocorrer quando é comutada para o contato entre as superfícies curvadas 2b e 4c.

[0058] Portanto, os inventores consideraram que uma pressão de contato de pico que tem magnitude apropriada, em que o desempenho de vedação suficiente foi exibido sem a ocorrência da escoriação foi obtido, caso a pressão de contato entre as superfícies de vedação 2 e 4 seja amplificada aplicando-se outros elementos imediatamente antes da construção ser finalizada, por exemplo, formando-se as partes de parafuso do pino 1 e da caixa 3 nos parafusos com formato de cauda de andorinha e engatando-os entre si, golpeando-se os ombros de gancho um contra o outro fornecidos para serem adjacentes às superfícies de vedação 2 e 4 do pino 1 e a caixa 3 ou similares e o contato entre a superfície curvada e a superfície afunilada foi gerado na extremidade da parte de contato entre as superfícies de vedação 2 e 4, enquanto se manteve substancialmente o contato entre as superfícies de vedação 2 e 4 até a construção ser finalizada.

[0059] Os inventores fizeram revisão também com base em conceitos descritos acima e constataram que os problemas descritos acima poderiam ser solucionados satisfazendo-se os dois seguintes elementos (A) e (B) e, com mais preferência, satisfazendo-se o seguinte elemento (C), adicionalmente aos elementos (A) e (B).

(A) Um ângulo de afunilamento da superfície afunilada do pino e um ângulo de afunilamento da superfície afunilada da caixa são

substancialmente os mesmos. Aqui, ambos serem substancialmente os mesmos significa que o ângulo de afunilamento da superfície afunilada do pino e o ângulo de afunilamento da superfície afunilada da caixa são os mesmos ou que uma diferença angular entre ambos os ângulos de afunilamento está dentro de uma faixa de ± 0,5º.

(B) Obtém-se um mecanismo de amplificação de pressão de contato, que aumenta uma pressão de contato entre a superfície de vedação do pino e a superfície de vedação da caixa na conclusão da construção comparado a um ponto no tempo durante a construção. Aqui, como o mecanismo de amplificação de pressão de contato, um parafuso com formato de cauda de andorinha aplicado à parte de parafuso ou um ombro de gancho fornecido para ser adjacente às superfícies de vedação do pino e da caixa é exemplificado e o parafuso com formato de cauda de andorinha e o ombro de gancho serão descritos abaixo em detalhes.

(C) A superfície de vedação do pino é formada em uma posição que é separada de uma superfície de extremidade do pino por uma distância fixada ou mais e a superfície de vedação da caixa é formada em uma posição que é separada de uma superfície de extremidade da caixa por uma distância fixada ou mais.

[0060] A partir das revelações descritas acima, os inventores constataram que o alto desempenho de resistência contra escoriação e o alto desempenho de vedação poderiam ser obtidos de forma estável em um processo de construção de uma junta de parafuso para um tubo de aço formado por aço de carbono ou alta liga de aço contendo cromo com 13% de massa ou mais, satisfazendo-se os elementos (A) a (C).

[0061] Ademais, os inventores constataram que o alto desempenho de resistência contra escoriação e o alto desempenho de vedação poderiam ser obtidos de forma estável em uma junta de

parafuso na qual a escoriação facilmente ocorre como a junta de parafuso para um tubo de aço formado por alta liga de aço contendo cromo com 13% de massa ou mais, bem como a junta de parafuso para um tubo de aço formado por aço de carbono ou aço resistente à acidez ou uma junta de parafuso para um tubo de aço como uma junta de parafuso de tipo integral na qual um tratamento de superfície custoso não é realizado facilmente e finalizou a presente invenção.

[0062] Em seguida, um exemplo de uma junta especial à qual uma junta de parafuso para um tubo de aço (doravante, simplesmente citada como uma “junta de parafuso”) 10, de acordo com uma modalidade da presente invenção, é aplicada será descrita.

[0063] A Figura 1 é uma vista em corte transversal que mostra esquematicamente um formato de corte transversal longitudinal da junta de parafuso 10.

[0064] Conforme mostrado na Figura 1, a junta de parafuso 10 inclui um pino 20 e uma caixa 30.

[0065] O pino 20 inclui uma parte de parafuso macho 21 e uma superfície de vedação 22. A parte de parafuso macho 21 é formada em um espiral em uma superfície circunferencial externa do pino 20. A parte de parafuso macho 21 é formada por um parafuso com duas partes incluindo uma parte de parafuso superior 21a e uma parte de parafuso inferior 21b.

[0066] A superfície de vedação 22 é formada em uma parte intermediária entre a parte de parafuso superior 21a e a parte de parafuso inferior 21b. A superfície de vedação 22 é uma superfície sem parafuso que inclui uma superfície afunilada 22a e uma superfície curvada 23 que são formadas na superfície circunferencial externa do pino 20.

[0067] A superfície afunilada 22a é inclinada por um ângulo predeterminado (doravante, citado como um ângulo de afunilamento

da superfície afunilada 22a) em um corte transversal axial do pino 20. Consequentemente, a superfície afunilada 22a forma uma superfície de cone truncada na qual um diâmetro é gradualmente reduzido a partir de um lado de extremidade de base do pino 20 em direção a um lado de ponta na superfície circunferencial externa do pino 20. Por exemplo, o ângulo de afunilamento da superfície afunilada 22a é preferencialmente 2º a 10º e, com mais preferência, 3º a 7º.

[0068] A superfície curvada 23 inclui uma superfície curvada traseira 23a e uma superfície curvada frontal 23b que são formadas para serem adjacentes a ambos os lados da superfície afunilada 22a. A superfície curvada traseira 23a e a superfície curvada frontal 23b são formadas para desenhar um arco com uma curvatura predeterminada no corte transversal axial do pino 20. Consequentemente, a superfície curvada 23 forma uma superfície de rotor com curvatura curvada na superfície circunferencial externa do pino 20. A curvatura da superfície curvada 23 pode ser configurada para formar uma superfície curvada que é contínua entre uma superfície oposta à superfície afunilada 22a com a superfície curvada interposta 23 e a superfície afunilada 22a.

[0069] A caixa 30 inclui uma parte de parafuso fêmea 31 e uma superfície de vedação 32. A parte de parafuso fêmea 31 é formada em um espiral em uma superfície circunferencial interna da caixa 30. A parte de parafuso fêmea 31 inclui um parafuso com duas partes incluindo uma parte de parafuso superior 31a e uma parte de parafuso inferior 31b. A parte de parafuso superior 31a da caixa 30 é aparafusada na parte de parafuso superior 21a do pino 20 e a parte de parafuso inferior 31b da caixa 30 é aparafusa na parte de parafuso inferior 21b do pino 20. Consequentemente, a parte de parafuso macho 21 e a parte de parafuso fêmea 31 são construídas por aparafusamento.

[0070] A superfície de vedação 32 é formada em uma parte intermediária entre a parte de parafuso superior 31a e a parte de parafuso inferior 31b. A superfície de vedação 32 é uma superfície sem parafuso que inclui uma superfície afunilada 32a e uma superfície curvada 33 que são formadas na superfície circunferencial interna da caixa 30.

[0071] A superfície afunilada 32a é inclinada em um ângulo predeterminado (doravante, citado como um ângulo de afunilamento da superfície afunilada 32a) em um corte transversal axial da caixa 30. Consequentemente, a superfície afunilada 32a forma uma superfície de cone truncada na qual um diâmetro é gradualmente reduzido a partir de um lado de extremidade de base da caixa 30 em direção a um lado de ponta na superfície circunferencial interna da caixa 30. Por exemplo, o ângulo de afunilamento da superfície afunilada 32a é preferencialmente 2º a 10º e, com mais preferência, 3º a 7º.

[0072] A superfície curvada 33 inclui uma superfície curvada frontal 33a e uma superfície curvada traseira 33b que são formadas para serem adjacentes a ambos os lados da superfície afunilada 32a. A superfície curvada frontal 33a e a superfície curvada traseira 33b são formadas para desenhar um arco com uma curvatura predeterminada no corte transversal axial da caixa 30. Consequentemente, a superfície curvada 33 forma uma superfície de rotor com curvatura curvada na superfície circunferencial interna da caixa 30. A curvatura da superfície curvada 33 pode ser configurada para formar uma superfície curvada que é contínua entre uma superfície oposta à superfície afunilada 32a com a superfície curvada interposta 33 e a superfície afunilada 32a.

[0073] Na junta de parafuso 10, no processo da construção entre a parte de parafuso macho 21 e a parte de parafuso fêmea 31, o pino 20 e a caixa 30 interferem um no outro em uma direção radial, ao passo

que a superfície de vedação 22 do pino 20 e a superfície de vedação 32 da caixa 30 entram em contato entre si e, dessa forma, obtém-se uma estrutura (vedação com traço metálico) na qual pelo menos uma parte da superfície de vedação 22 do pino 20 entra em contato próximo com pelo menos uma parte da superfície de vedação 32 da caixa 30 sobre toda a circunferência.

[0074] Isto é, na vedação com traço metálico, um diâmetro externo do pino 20 é configurado para ser ligeiramente maior que um diâmetro interno da caixa 30 (essa diferença de diâmetro é citada como uma “quantidade de interferência de vedação”). Na vedação com traço metálico, o pino 20 e a caixa 30 são encaixados e interferem um no outro na direção radial e, portanto, as forças de restauração elásticas que tentam reverter para os diâmetros originais de cada uma dentre a caixa 30 e o pino 20 são geradas entre a caixa 30 com diâmetro ampliado e o pino 20 com diâmetro reduzido. As superfícies de vedação 22 e 32 podem entrar em contato próximo entre si sobre toda a circunferência usando as forças de restauração elásticas.

[0075] A Figura 2 é uma vista em corte transversal da parte principal que mostra dimensões de cada parte de vedação do pino 20 e a caixa 30 da junta de parafuso 10 mostrada por uma parte fechada X na Figura 1.

[0076] Ademais, na Figura 2, um número de referência 41 indica um raio de curvatura da superfície curvada traseira 23a do pino 20. Um número de referência 42 indica um raio de curvatura da superfície curvada frontal 23b do pino 20. Um número de referência 43 indica o ângulo de afunilamento da superfície afunilada 22a do pino 20. Um número de referência 44 indica um diâmetro da superfície de vedação 22 do pino 20. Um número de referência 45 indica um comprimento de afunilamento da superfície de vedação 22 do pino 20. Ademais, um número de referência 46 indica um raio de curvatura da superfície

curvada traseira 33b da caixa 30. Um número de referência 47 indica um raio de curvatura da superfície curvada frontal 33a da caixa 30. Um número de referência 48 indica o ângulo de afunilamento da superfície afunilada 32a da caixa 30. Um número de referência 49 indica um diâmetro da superfície de vedação 32 da caixa 30. Um número de referência 50 indica um comprimento de afunilamento da superfície de vedação 32 da caixa 30.

[0077] Preferencialmente, a junta de parafuso 10 satisfaz os dois seguintes elementos (A) e (B) e, com mais preferência, satisfaz o seguinte elemento (C), adicionalmente aos elementos (A) e (B).

(A) O ângulo de afunilamento 43 da superfície afunilada 22a do pino 20 e um ângulo de afunilamento 48 da superfície afunilada 32a da caixa 30 são substancialmente os mesmos. Aqui, ambos serem substancialmente os mesmos significa que o ângulo de afunilamento 43 e o ângulo de afunilamento 48 são os mesmos ou que a diferença angular entre ambos os ângulos de afunilamento está dentro de uma faixa de $\pm$0,5º.

(B) Obtém-se um mecanismo de amplificação de pressão de contato 40, que aumenta uma pressão de contato entre a superfície de vedação 22 do pino 20 e a superfície de vedação 32 da caixa 30 na conclusão da construção comparado a um ponto no tempo durante a construção. Aqui, como o mecanismo de amplificação de pressão de contato 40, o parafuso com formato de cauda de andorinha ou o ombro de gancho, conforme mostrado nas Figuras 8 a 11, é exemplificado.

(C) A superfície de vedação 22 do pino 20 ou a superfície de vedação 32 da caixa 30 é formada em uma posição que é separada da superfície de extremidade de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 por uma distância fixada ou mais. Isto é, em um parafuso com duas partes, a superfície de vedação 22 do pino 20 e a superfície de

vedação 32 da caixa 30 são fornecidas nas partes intermediárias entre as partes de parafuso superiores 21a e 31a e as partes de parafuso inferiores 21b e 31b. Visto que a superfície de vedação 22 do pino 20 e a superfície de vedação 32 da caixa 30 são fornecidas nas partes intermediárias, os ângulos de afunilamento das superfícies de vedação 22 e 32 são constantemente mantidos no processo de construção e o contato de vedação uniforme pode ser obtido.

[0078] A Figura 3A é uma vista esquemática que mostra um estado antes de o pino 20 e a caixa 30 serem construídos na junta de parafuso 10 mostrada na Figura 1 e a Figura 3B é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção entre o pino 20 e a caixa 30 é finalizada na junta de parafuso 10 na Figura 1.

[0079] Conforme mostrado nas Figuras 3A e 3B, nas superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30, as superfícies afuniladas 22a e 32a que têm substancialmente os mesmos ângulos de afunilamento 43 e 48 são formadas e as superfícies afuniladas 22a e 32a entram em contato entre si a fim de serem aproximadamente paralelas e estarem em uma largura ampla quando o contato entre as superfícies de vedação 22 e 32 se inicia. Consequentemente, o elemento (A) pode ser relativa e facilmente alcançado.

[0080] No entanto, se a superfície de vedação 22 for formada em uma parte de ponta incluindo a superfície de ponta do pino 20, o diâmetro da superfície de vedação 22 fornecido na parte de ponta (denominada como uma lingueta) incluindo a superfície de ponta do pino 20 será reduzido pela quantidade de interferência de vedação, de acordo com o progresso da construção. Consequentemente, um ângulo de deflexão (o ângulo de afunilamento 43 da superfície afunilada 22a do pino 20) é aumentado. Por outro lado, o diâmetro da caixa 30 é uniformemente aumentado e, consequentemente, o ângulo

de deflexão (o ângulo de afunilamento 48 da superfície afunilada 32a da caixa 30) é quase inalterado. Isto é, mesmo quando as superfícies de vedação 22 e 32 podem entrar em contato entre si a fim de serem aproximadamente paralelas entre si quando o contato se inicia, a influência da quantidade de interferência de vedação gradualmente aparece, de acordo com a construção e, dessa forma, os ângulos de afunilamento 43 e 48 das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 não coincidem. Nesse caso, é difícil manter as superfícies de vedação 22 e 32 em contato contínuo em uma largura ampla no processo de construção.

[0081] A fim de fazer com que os ângulos de afunilamento 43 e 48 das superfícies de vedação 22 e 32 coincidam continuamente mesmo quando a influência da quantidade de interferência de vedação começa a aparecer, uma parte que tem rigidez suficiente é formada no lado de ponta adicional da superfície de vedação 22 fornecido na parte de ponta do pino 20, o diâmetro da superfície de vedação 22 é uniformemente reduzido e a ocorrência do ângulo de deflexão pode ser suprimida. Consequentemente, formar a superfície de vedação 22 na posição separada da superfície de extremidade do pino 20 por uma distância fixada ou mais é eficaz.

[0082] No exposto acima, o caso em que a superfície de vedação 22 é fornecida na parte de ponta do pino 20 é descrito. No entanto, um caso em que a superfície de vedação 32 é fornecida na parte de ponta da caixa 30 é aplicado de forma semelhante. Isto é, uma parte que tem rigidez suficiente pode ser formada no lado de ponta adicional da superfície de vedação 32 da caixa 30.

[0083] A fim de formar a parte que tem rigidez suficiente, conforme mostrado na Figura 1, uma chamada estrutura de vedação intermediária é adotada, na qual a parte de parafuso superior 21a e a parte de parafuso inferior 21b da parte de parafuso macho 21 são

formadas em ambos os lados da superfície de vedação 22 e a parte de parafuso superior 31a e a parte de parafuso inferior 31b da parte de parafuso fêmea 31 são formadas em ambos os lados da superfície de vedação 32.

[0084] Se a estrutura de vedação intermediária for configurada, conforme descrito acima, o contato entre as superfícies afuniladas 22a e 32a que são as superfícies de vedação 22 e 32 será uniformemente mantido em uma largura de contato ampla mesmo no processo de construção e o risco de ocorrer a escoriação é diminuído também.

[0085] A Figura 4A é uma vista esquemática que mostra um estado antes das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 serem formadas, configurando um exemplo de junta de parafuso para um tubo de aço, de acordo com a modalidade da presente invenção. A Figura 4B é uma vista esquemática que mostra o estado no processo de construção das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 mostrados na Figura 4A. A Figura 4C é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 mostrados na Figura 4A é finalizada.

[0086] Ademais, nas Figuras 4A a 4C, os mesmos números de referência são fixados à mesma parte de cada parte do pino 20 e a caixa 30 configurando a junta de parafuso 10 e as descrições são omitidas. Ademais, um número de referência A na Figura 4B mostra a distribuição de pressão de contato no processo de construção. Um número de referência B na Figura 4C mostra a pressão de contato de pico quando a construção é finalizada.

[0087] Conforme mostrado nas Figuras 4A a 4C, o comprimento da superfície de vedação 22 do pino 20 é menor do que o comprimento da superfície afunilada 32a da caixa 30.

Consequentemente, conforme mostrado pelo número de referência A na Figura 4B no processo da construção, as superfícies afuniladas 22a e 32b podem entrar uniformemente em contato entre si em uma largura de contato mais ampla, enquanto estão em contato entre si a fim de serem paralelas. Portanto, a ocorrência de uma alta pressão de contato é evitada e a variação da distribuição de pressão de contato pode ser suprimida.

[0088] Por outro lado, no ponto de tempo quando a construção é finalizada, a superfície afunilada menor 22a e a superfície curvada traseira 23a e a superfície curvada frontal 23b que são conectadas suavemente a ambas as extremidades entram em contato com a superfície afunilada 32a da caixa 30. Consequentemente, a pressão de contato entre as superfícies de vedação 22 e 32 é aumentada imediatamente antes da construção ser finalizada. Ademais, quando a construção é finalizada, conforme mostrado pelo número de referência B na Figura 4C, a pressão de contato de pico é gerada, na qual o contato pressões nas partes da superfície curvada traseira 23a e da superfície curvada frontal 23b em contato com a superfície afunilada 32a são maiores do que aquelas das outras partes.

[0089] Consequentemente, na junta de parafuso 10, o risco de ocorrer a escoriação das superfícies de vedação 22 e 32 pode ser diminuído de forma estável e o desempenho de vedação pode ser exibido de forma estável após a construção ser finalizada.

[0090] Em seguida, outro exemplo da junta de parafuso para um tubo de aço, de acordo com a modalidade da presente invenção, será descrito.

[0091] A Figura 5A é uma vista esquemática que mostra um estado antes das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 serem formadas, configurando outro exemplo de junta de parafuso para um tubo de aço, de acordo com a modalidade

da presente invenção. A Figura 5B é uma vista esquemática que mostra um estado no processo de construção das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 mostrados na Figura 5A. A Figura 5C é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 mostrados na Figura 5A é finalizada.

[0092] Ademais, nas Figuras 5A a 5C, os mesmos números de referência são fixados à mesma parte de cada parte do pino 20 e a caixa 30 configurando a junta de parafuso 10 e as descrições são omitidas. Ademais, um número de referência A na Figura 5B mostra a distribuição da pressão de contato no processo de construção. Um número de referência B na Figura 5C mostra a pressão de contato de pico quando a construção é finalizada.

[0093] De uma maneira contrária às Figuras 4A a 4C, nas Figuras 5A a 5C, a superfície curvada frontal 33a e a superfície curvada traseira 33b da caixa 30 são formadas em ambos os lados da superfície afunilada 32a e um comprimento 45 da superfície afunilada 22a do pino 20 é maior do que um comprimento 50 da superfície de vedação 32 da caixa 30. Também nesse caso, o risco de ocorrer a escoriação das superfícies de vedação 22 e 32 pode ser diminuído de forma estável e o desempenho de vedação pode ser exibido de forma estável após a construção ser finalizada.

[0094] A Figura 6A é uma vista esquemática que mostra um estado antes de as superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 serem construídas, configurando ainda outro exemplo da junta de parafuso, de acordo com a modalidade da presente invenção. A Figura 6B é uma vista esquemática que mostra um estado no processo de construção das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 mostrados na Figura

6A. A Figura 6C é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 mostrados na Figura 6A é finalizada.

[0095] Ademais, nas Figuras 6A a 6C, os mesmos números de referência são fixados à mesma parte de cada parte do pino 20 e da caixa 30 configurando a junta de parafuso 10, e as descrições são omitidas. Ademais, um número de referência A na Figura 6B mostra pressão de contato distribuição no processo de construção. Um número de referência B na Figura 6C mostra a pressão de contato de pico quando a construção é finalizada.

[0096] As Figuras 6A a 6C mostram um aspecto no qual as superfícies de vedação 22 e 32 tanto do pino 20 como da caixa 30 incluem as superfícies afuniladas 22a e 32a que têm substancialmente os mesmos ângulos de afunilamento 43 e 48. Adicionalmente, no aspecto, a superfície curvada frontal 23b é fornecida no lado que é posicionado no lado de ponta do pino 20 na superfície afunilada 22a do pino 20 e a superfície curvada frontal 33a é fornecida no lado de ponta da caixa 30 na superfície afunilada 32a da caixa 30. Nesse caso, mesmo quando os comprimentos 45 e 50 das superfícies afuniladas 22a e 32a tanto do pino 20 como da caixa 30 são os mesmos, o contato uniforme é mantido em uma largura de contato ampla quando o contato entre as superfícies de vedação 22 e 32 se inicia ou no processo de construção e o risco de ocorrer a escoriação é diminuído.

[0097] A Figura 7A é uma vista esquemática que mostra um estado antes das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 serem construídas, configurando ainda outro exemplo da junta de parafuso, de acordo com a modalidade da presente invenção. A Figura 7B é uma vista esquemática que mostra um estado no processo de construção das superfícies de vedação 22

e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 mostrados na Figura 7A. A Figura 7C é uma vista esquemática que mostra um estado quando a construção das superfícies de vedação 22 e 32 de cada um dentre o pino 20 e a caixa 30 mostrados na Figura 7A é finalizada.

[0098] Ademais, nas Figuras 7A a 7C, os mesmos números de referência são fixados à mesma parte de cada parte do pino 20 e da caixa 30 configurando a junta de parafuso 10 e as descrições são omitidas. Ademais, um número de referência A na Figura 7B mostra a distribuição de pressão de contato no processo de construção. Um número de referência B na Figura 7C mostra a pressão de contato de pico quando a construção é finalizada.

[0099] As Figuras 7A a 7C mostram um aspecto no qual as superfícies de vedação 22 e 32 tanto do pino 20 como da caixa 30 incluem superfícies afuniladas 22a e 32a que têm substancialmente os mesmos ângulos de afunilamento 43 e 48. Adicionalmente, no aspecto, a superfície curvada traseira 23a é fornecida no lado oposto ao lado de ponta do pino 20 na superfície afunilada 22a do pino 20 e a superfície curvada traseira 33b é fornecida no lado oposto ao lado de ponta da caixa 30 na superfície afunilada 32a da caixa 30. Nesse caso, mesmo quando os comprimentos 45 e 50 das superfícies afuniladas 22a e 32a das superfícies de vedação 22 e 32 tanto do pino 20 como da caixa 30 são os mesmos, o contato uniforme é mantido em uma largura de contato ampla quando o contato entre as superfícies de vedação 22 e 32 se inicia ou no processo de construção e o risco de ocorrer a escoriação é diminuído.

[00100] De acordo com o aspecto mostrado nas Figuras 7A a 7C, no início da construção, isto é, no início do contato entre as superfícies de vedação 22 e 32 e no processo de construção que segue, as superfícies afuniladas 22a e 32a que têm os ângulos de afunilamento nas superfícies de vedação 22 e 32 do pino 20 e da caixa 30 entram

em contato entre si a fim de serem paralelas, o contato entre as superfícies curvadas 23 e 33 no processo de construção não é gerado e, por conseguinte, a pressão de contato de pico pode ser diminuída.

[00101] Em seguida, o mecanismo de amplificação de pressão de contato 40 que tem a junta de parafuso 10 será descrito.

[00102] O mecanismo de amplificação de pressão de contato 40 é um mecanismo que aumenta uma força de contato de vedação imediatamente antes de a construção ser finalizada e amplifica a pressão de contato e, em relação ao mecanismo, aumenta a força de contato de vedação, alguns mecanismos são considerados. Em um mecanismo, os formatos de parafuso de cada uma dentre a parte de parafuso macho 21 e a parte de parafuso fêmea 31 podem ser formados em parafusos com formato de cauda de andorinha.

[00103] A Figura 8 é uma vista esquemática que mostra um exemplo de configuração de um parafuso representativo com formato de cauda de andorinha 40-1. Adicionalmente, na Figura 8, os números de referência a e a' indicam flancos de carregamento da rosca. Os números de referência b e b' indicam flancos de penetração da rosca. Os números de referência c e c' mostram espessuras ocupadas pelo parafuso.

[00104] No mecanismo de amplificação de pressão de contato 40, os parafusos com formato de cauda de andorinha 40-1 adjacentes às superfícies de vedação 22 e 32 são travados entre si calafetando-se tanto os flancos de carregamento como os flancos de penetração do parafuso imediatamente antes da construção ser finalizada e a força de contato entre as superfícies de vedação 22 e 32 é aumentada. Consequentemente, por exemplo, conforme mostrado pelo número de referência B na Figura 4C, quando a construção é finalizada, na parte em que as superfícies curvadas 23a e 23b entram em contato com a superfície afunilada 32a, a pressão de contato de pico que tem a maior

pressão de contato do que aquelas de outras partes que podem ser geradas.

[00105] Pelo menos um parafuso com formato de cauda de andorinha 40-1 pode ser fornecido em locais adjacentes às superfícies de vedação 22 e 32 da parte de parafuso superior 21a e 31a e da parte de parafuso inferior 21b e 31b. O parafuso com formato de cauda de andorinha 40-1 é preferencialmente formado por pelo menos um afastamento de 1,5 para ser adjacente às superfícies de vedação 22 e 32. No entanto, a totalidade da parte de parafuso macho 21 (21a e 21b) e da parte de parafuso fêmea 31 (31a e 31b) é, com mais preferência, o parafuso com formato de cauda de andorinha 40-1.

[00106] Ademais, no parafuso com formato de cauda de andorinha 40-1 mostrado na Figura 8, uma superfície de crista de rosca e uma superfície da raiz de rosca são paralelas a um eixo geométrico de junta L. Nesse caso, as alturas dos flancos de carregamento a e a' da rosca são inferiores às alturas dos flancos de penetração b e b' e quanto maior o ângulo de afunilamento e mais ampla a lacuna entre as superfícies da crista de rosca, mais baixa serão as alturas dos flancos de carregamento a e a'.

[00107] Por outro lado, em um caso em que a superfície de crista de rosca e a superfície da raiz de rosca são paralelas a uma linha de afunilamento do parafuso, os flancos de carregamento a e a' podem ser configurados para serem aumentados a um limite completo da faixa de espessura de ocupação (largura em uma direção radial entre das linhas de afastamento incluindo a superfície de crista de rosca e a superfície de raiz de rosca) do parafuso aplicado. Comparada ao parafuso com formato de cauda de andorinha 40-1, uma força (força que amplifica a força de contato de vedação imediatamente antes da construção), que fixa o pino 20 e a caixa 30 na direção radial quando o parafuso é engatado, pode ser mais aperfeiçoada.

Consequentemente, se o parafuso com formato de cauda de andorinha 40-1 for usado, os efeitos do mecanismo de amplificação de pressão de contato 40 são aumentados também. Ademais, é mais preferencial que tanto a parte de parafuso macho 21 (21a e 21b) como a parte de parafuso fêmea 31 (31a e 31b) seja o parafuso afunilado e o parafuso com formato de cauda de andorinha.

[00108] Por exemplo, como outro mecanismo que configura o mecanismo de amplificação de pressão de contato 40, há um ombro de gancho que é fornecido para ser adjacente tanto ao lado dianteiro como ao lado traseiro de cada uma das superfícies de vedação 22 e 32 do pino 20 e da caixa 30 ou a ambos os lados das mesmas.

[00109] As Figuras 9 a 11 são vistas esquemáticas que mostram um exemplo do ombro de gancho. Nos desenhos, as Figuras 9 e 10 são vistas esquemáticas que mostram um caso em que um ombro de gancho é fornecido para ser adjacente tanto ao lado dianteiro como ao lado traseiro de cada uma das superfícies de vedação 22 e 32 do pino 20 e da caixa 30. Por outro lado, a Figura 11 é uma vista esquemática que mostra um caso em que dois ombros de gancho são fornecidos para serem adjacentes ao lado dianteiro e ao lado traseiro das superfícies de vedação 22 e 32 do pino 20 e da caixa 30.

[00110] Ademais, nas Figuras 9 a 11, o número de referência 20 indica o pino. O número de referência 30 indica a caixa. O número de referência 22 indica a superfície de vedação do pino 20. Um número de referência 24 indica uma superfície de ombro do pino 20. O número de referência 21a indica um parafuso macho do pino 20. O número de referência 32 indica a superfície de vedação da caixa 30. Um número de referência 34 indica uma superfície de ombro da caixa 30. O número de referência 31a indica um parafuso fêmea da caixa 30. Um número de referência T indica as superfícies afuniladas 22a e 32a nas superfícies de vedação 22 e 32. Um número de referência R indica a

superfície curvada nas superfícies de vedação 22 e 32.

[00111] Se as superfícies de ombro de gancho 24 e 34 forem fornecidas para serem adjacentes tanto ao lado dianteiro como ao lado traseiro de cada uma das superfícies de vedação 22 e 32 ou a ambos os lados da mesma, um componente radial de uma força de reação gerada por golpe dos ombros será operado em uma direção na qual as superfícies de vedação 22 e 32 entram em contato bastante próximo e a força de contato de vedação poderá ser aumentada.

[EXEMPLO]

[00112] No presente exemplo, a fim de demonstrar efeitos da presente invenção, realizando-se análise de elemento finita e teste de construção real em relação às juntas de parafuso para um tubo de aço que têm quatro tipos de formatos de vedação mostrados nas Tabelas 1A e 1B na parte intermediária de um parafuso com duas partes tendo uma parte superior e uma parte inferior em uma junta de parafuso, o desempenho de resistência contra escoriação e o desempenho de vedação da superfície de vedação foram avaliados. Aqui, as Tabelas 1A e 1B mostram os formatos de vedação do pino. A Tabela 2 mostra os formatos de vedação da caixa.

[TABELA 1A]

nº	Diâmetro externo do corpo principal de tubo (mm)	Diâmetro interno do corpo principal de tubo (mm)	Diâmetro de parte de vedação (mm)	Comprimento de afunilamento de parte de vedação (mm)	Ângulo de afunilamento (graus)	Raio de curvatura (mm)	Raio de curvatura (mm)	Observação
1	139.7	111,15	127,5	0	0	40	0	Exemplo Comparativo
2	139.7	118,62	126,8	2,2	4,8	30	30	Exemplo Comparativo
3	139.7	111,15	127,5	6	4,8	40	0	Presente invenção
4	139.7	118,62	128,5	2	4,8	10	20	Presente invenção

[Tabela 1B]

nº	Diâmetro externo do corpo principal de tubo (mm)	Diâmetro interno do corpo principal de tubo (mm)	Diâmetro de parte de vedação (mm)	Comprimento de afunilamento de parte de vedação (mm)	Ângulo de afunilamento (graus)	Raio de curvatura (mm)	Raio de curvatura (mm)	Observação
1	139,7	111,15	127,1	3,9	2,9	7	30	Exemplo Comparativo
2	139,7	118,62	126,2	2,2	4,8	20	30	Exemplo Comparativo
3	139,7	111,15	127,1	8,2	4,8	7	0	Presente invenção
4	139,7	118,62	128	2	4,8	20	2	Presente invenção

[00113] Primeiro, um procedimento da análise de elemento finita será descrito. A junta de parafuso oferecida é uma junta especial de tipo integral que tem um parafuso com formato de cauda de andorinha. A especificação da junta de parafuso é mostrada nas Tabelas 1A e 1B. No presente exemplo, as pressões de contato das superfícies de vedação no início da construção e na conclusão da construção focaram na realização da análise simulando a construção da junta de parafuso.

[00114] O aço de 13Cr (força de rendimento nominal YS=794 MPa) foi usado em relação aos materiais de nº 1 e 3. O aço de carbono Q125 (força de rendimento nominal YS=862 MPa (125 ksi)) de padrão API foi usado em relação aos materiais de nº 2 e 4.

[00115] Os resultados da análise de elemento finita são mostrados na Tabela 2.

[TABELA 2]

nº	No início da construção		Na conclusão da construção		Observação
	Largura de contato na vedação (mm)	Pressão de contato de pico/YS	Largura de contato na vedação (mm)	Pressão de contato de pico/YS	
1	1,1	1,3	1,6	1,3	Exemplo Comparativo
2	1,4	1	2,9	1,3	Exemplo Comparativo
3	2,7	0,3	1,6	1,9	Presente invenção
4	2,4	0,6	2,5	1,8	Presente invenção

[00116] Conforme se observa a partir da Tabela 2, no início da construção, as larguras de contato nº 3 e 4 na vedação são aumentadas comparadas àquelas de nº 1 e 2, e o estado de início de

contato pretendido da vedação pode ser reproduzido. Ademais, as pressões de contato de pico das superfícies de vedação são significativamente diminuídas para terem aproximadamente 0,3 YS a 0,6 YS. A partir dos resultados, na junta de parafuso a qual a presente invenção é aplicada, constatou-se que as superfícies de vedação tinham alto desempenho de resistência à escoriação.

[00117] Na Tabela 2, as pressões de contato na conclusão da construção também são mostradas. A partir da Tabela 2, constatou-se que as pressões de contato de pico nº 3 e 4 na conclusão da construção são aproximadamente duas vezes o YS e são significativamente aumentadas comparadas aos nº 1 e 2.

[00118] A partir dos resultados, na junta de parafuso a qual a presente invenção é aplicada, constatou-se que a superfície de vedação teve desempenho de vedação suficiente na conclusão da construção.

[00119] Em seguida, o teste de construção real será descrito. Nesse teste, o desempenho de resistência contra escoriação da superfície de vedação da junta de parafuso foi avaliado por um teste de construção/divisão repetido.

[00120] Em relação ao desempenho de resistência contra escoriação, No padrão de teste de API, realizando-se o teste de construção/divisão em relação ao invólucro três vezes ou mais, determina-se que passe o teste caso a escoriação não ocorra.

[00121] Conforme mostrado na Tabela 3, o desempenho de resistência contra escoriação foi avaliado de acordo com as juntas de parafuso que têm os formatos de vedação nº 1', 3' e 4. Ademais, mesmo quando os formatos de vedação nº 1' e 3' são os mesmos daqueles dos nº 1 e 3, visto que os tamanhos das juntas de parafuso de nº 1' e 3' são diferentes daquelas de nº 1 e 3, números diferentes como 1' e 3' são atribuídos. Os detalhes dos formatos de vedação são

conforme mostrados na Tabela 1.

[00122] Como uma amostra de teste, um tratamento de superfície foi realizado tanto no pino como na caixa mediante jateamento de areia e um parafuso composto de padrão API foi usado para um lubrificante.

[00123] Os resultados do teste de construção/divisão repetido são coletados e mostrados na Tabela 3.

[TABELA 3]

Tamanho	Formato de vedação	Número de sucesso de construção/divisão
7-5/8''39#	nº 1'	1
7-5/8''39#	nº 3'	10
5-1/2''23#	nº 4	4

[00124] Conforme mostrado na Tabela 3, a escoriação ocorreu na segunda construção/divisão em relação à junta de parafuso nº 1'. No entanto, a escoriação da superfície de vedação não ocorreu mesmo quando a construção/divisão em três vezes ou mais foi realizada em relação às juntas de parafuso nº 3' e 4 e, portanto, demostrou-se que a junta de parafuso à qual a presente invenção foi aplicada teve desempenho de resistência contra escoriação aperfeiçoado.

[DESCRIÇÃO DE NÚMEROS E SINAIS DE REFERÊNCIA]

10: junta de parafuso para tubo de aço

20: pino

21: parte de parafuso macho

21a: parte de parafuso superior

21b: parte de parafuso inferior

22: superfície de vedação

22a: superfície afunilada

23: superfície curvada

23a: superfície curvada traseira

23b: superfície curvada frontal

30: caixa

31: parte de parafuso fêmea

31a: parte de parafuso superior

31b: parte de parafuso inferior

32: superfície de vedação

32a: superfície afunilada

33: superfície curvada

33a: superfície curvada frontal

33b: superfície curvada traseira

40: mecanismo de amplificação de pressão de contato

1

REIVINDICAÇÕES

1. Junta de parafuso (10) para um tubo de aço que compreende:

um pino (20) que inclui uma parte de parafuso macho (21) formada por um parafuso com duas partes e uma superfície de vedação (22) incluindo uma superfície afunilada (22a) e uma superfície curvada (22b) adjacente à superfície afunilada (22a), em que a superfície de vedação (22) do pino (20) é formada em uma parte intermediária do parafuso com duas partes; e

uma caixa (30) que inclui uma parte de parafuso fêmea (31) formada por um parafuso com duas partes e uma superfície de vedação (32) incluindo uma superfície afunilada (32a) e uma superfície curvada (33) adjacente à superfície afunilada (32a), em que a superfície de vedação (32) da caixa (30) é formada em uma parte intermediária do parafuso com duas partes,

em que um ângulo de afunilamento (43) da superfície afunilada (22a) da superfície de vedação (22) do pino (20) é substancialmente igual a um ângulo de afunilamento (48) da superfície afunilada (32a) da superfície de vedação (32) da caixa (30),

em que a parte de parafuso macho (21) e a parte de parafuso fêmea (31) são configuradas para serem construídas por aparafusamento, o pino (20) e a caixa (30) interferindo um no outro em uma direção radial, ao passo que a superfície de vedação (22) do pino (20) e a superfície de vedação (32) da caixa (30) entram em contato entre si em um processo da construção, e pelo menos uma parte da superfície de vedação (22) do pino (20) entra em contato próximo com pelo menos uma parte da superfície de vedação (32) da caixa (30) por toda a circunferência,

em que um mecanismo de amplificação de pressão de contato (40), que é configurada para aumentar uma pressão de

contato entre a superfície de vedação (22) do pino (20) e a superfície de vedação (32) da caixa (30) na conclusão da construção em comparação a um ponto de tempo durante a construção, é fornecido também,

em que um mecanismo de amplificação de pressão de contato (40), que é configurada para aumentar uma pressão de contato entre a superfície de vedação (22) do pino (20) e a superfície de vedação (32) da caixa (30) por:

construção entre um parafuso em forma de cauda de andorinha (40-1), que é formado em um local adjacente à superfície de vedação (22) da parte de parafuso macho (21), e um parafuso em forma de cauda de andorinha (40-1), que é formado em um local adjacente à superfície de vedação (32) da parte do parafuso fêmea (31), ou

um ressalto de gancho (24, 34) que é adjacente a um lado dianteiro ou traseiro de cada uma das superfícies de vedação (22) do pino (20) e a superfície de vedação (32) da caixa (30), e

caracterizada pelo fato de que a superfície curvada (22b) da superfície de vedação (22) do pino (20) é formada para ser adjacente a ambos os lados da superfície afunilada (22a) da superfície de vedação (22) do pino (20), e um comprimento (50) da superfície afunilada (32a) da superfície de vedação (32) da caixa (30) é maior do que um comprimento da superfície de vedação (22) do pino (20).

2. Junta de parafuso (10) para um tubo de aço que compreende:

um pino (20) que inclui uma parte de parafuso macho (21) formada por um parafuso com duas partes e uma superfície de vedação (22) incluindo uma superfície afunilada (22a) e uma superfície curvada (22b) adjacente à superfície afunilada (22a), a superfície de vedação (22) do pino (20) sendo formada em uma parte intermediária

do parafuso com duas partes; e

uma caixa (30) que inclui uma parte de parafuso fêmea (31) formada por um parafuso com duas partes e uma superfície de vedação (32) incluindo uma superfície afunilada (32a) e uma superfície curvada (33) adjacente à superfície afunilada (32a), a superfície de vedação (32) da caixa (30) sendo formada em uma parte intermediária do parafuso com duas partes,

em que um ângulo de afunilamento (43) da superfície afunilada (22a) da superfície de vedação (22) do pino (20) é substancialmente igual a um ângulo de afunilamento (48) da superfície afunilada (32a) da superfície de vedação (32) da caixa (30),

em que a parte de parafuso macho (21) e a parte de parafuso fêmea (31) são configuradas para serem construídas por aparafusamento, o pino (20) e a caixa (30) interferindo um com o outro em uma direção radial, ao passo que a superfície de vedação (22) do pino (20) e a superfície de vedação (32) da caixa (30) entram em contato entre si em um processo da construção, e pelo menos uma parte da superfície de vedação (22) do pino (20) entra em contato próximo com pelo menos uma parte da superfície de vedação (32) da caixa (30) por toda a circunferência,

em que um mecanismo de amplificação de pressão de contato (40), que é configurado para aumentar uma pressão de contato entre a superfície de vedação (22) do pino (20) e a superfície de vedação (32) da caixa (30) na conclusão da construção em comparação com um ponto de tempo durante a construção, é fornecido também,

em que o mecanismo de amplificação de pressão de contato (40) é configurado para aumentar uma pressão de contato entre a superfície de vedação (22) do pino (20) e a superfície de vedação (32) da caixa (30) por:

construção entre um parafuso em forma de cauda de andorinha (40-1), que é formado em um local adjacente à superfície de vedação (22) da parte de parafuso macho (21) e um parafuso em forma de cauda de andorinha (40-1) que é formado em um local adjacente à superfície de vedação (32) da parte de parafuso fêmea (31), ou

um ressalto de gancho (24,34) que é adjacente a um lado dianteiro ou traseiro de cada uma das superfícies de vedação (22) do pino (20) e a superfície de vedação (32) da caixa (30), e

caracterizada pelo fato de que a superfície curvada (33) da superfície de vedação (32) da caixa (30) é formada para ser adjacente a ambos os lados da superfície afunilada (32a) da superfície de vedação (32) da caixa (30), e um comprimento (45) da superfície afunilada (22a) da superfície de vedação (22) do pino (20) é maior do que um comprimento da superfície de vedação (32) da caixa (30).

3. Junta de parafuso para um tubo de aço de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que a superfície curvada e a superfície afunilada são configuradas para gerar uma pressão de contato de pico em uma parte de contato entre a superfície curvada e a superfície afunilada em uma superfície de contato entre a superfície de vedação do pino e a superfície de vedação da caixa na conclusão da construção.

4. Junta de parafuso para um tubo de aço de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que o ângulo de afunilamento (43) da superfície afunilada (22a) da superfície de vedação (22) do pino (20) e o ângulo de afunilamento (48) da superfície afunilada (32a) da superfície de vedação (32) da caixa (30) são de 2º a 10º.

1

FIG. 1

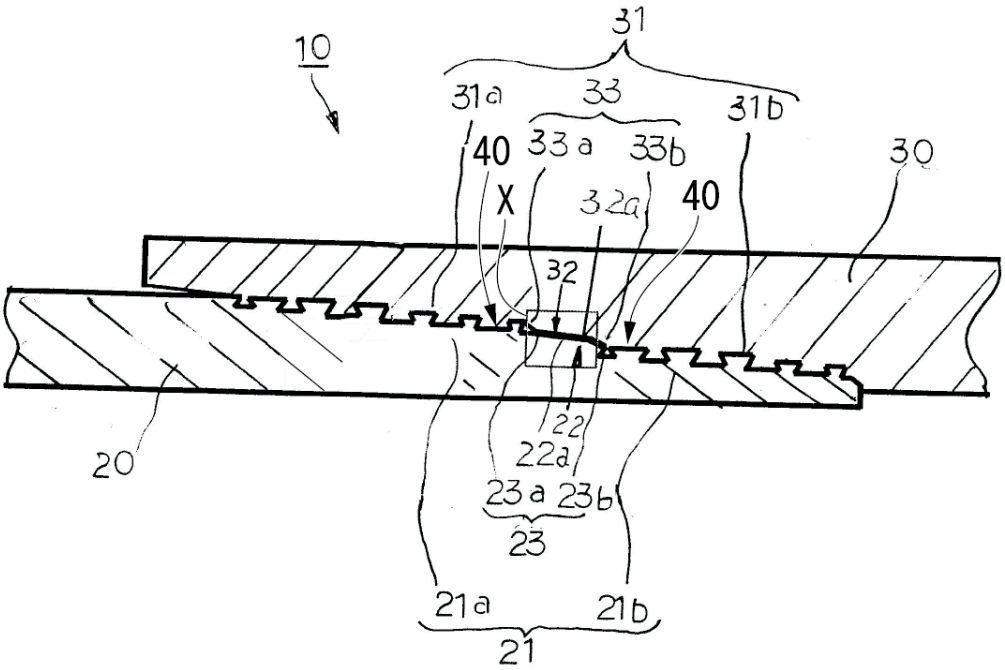

10
31
31a
33
31b
40
33a
33b
30
X
32a
40
32
20
22
22a
23a
23b
23
21a
21b
21

FIG. 2

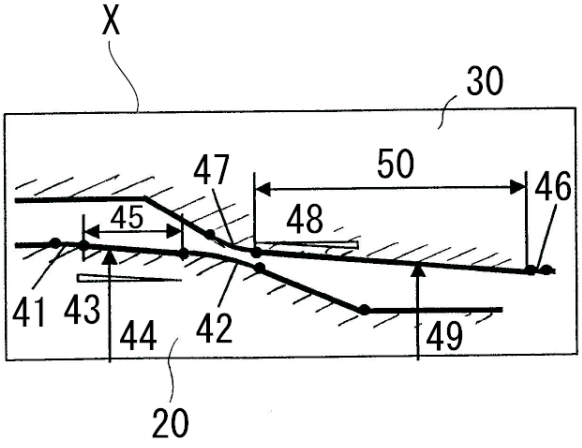

X
30
47
50
46
45
48
41
43
44
42
49
20

FIG. 3A

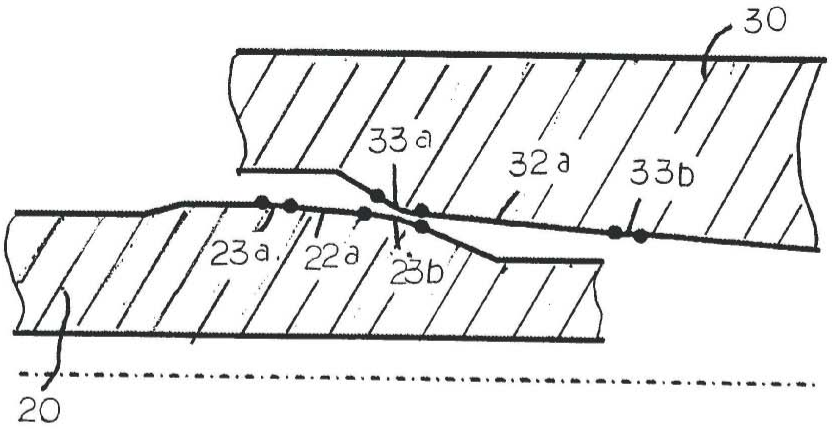


FIG. 3B

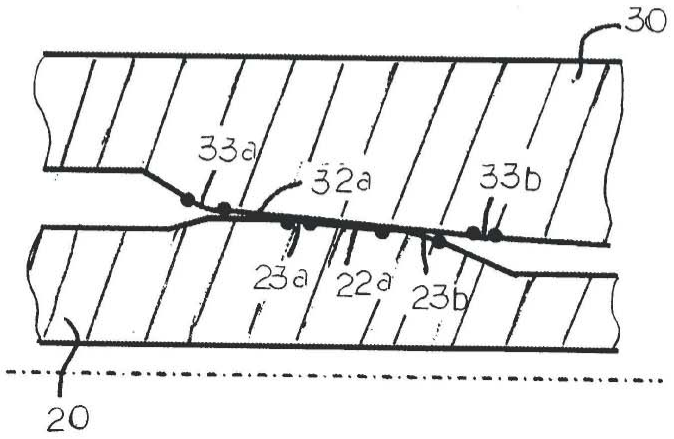


FIG. 4A

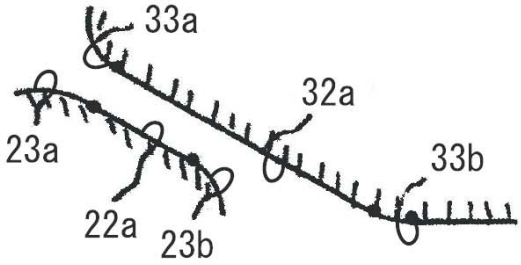


FIG. 4B

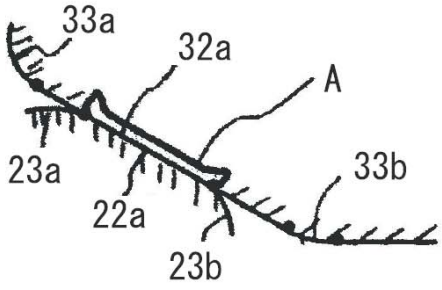


FIG. 4C

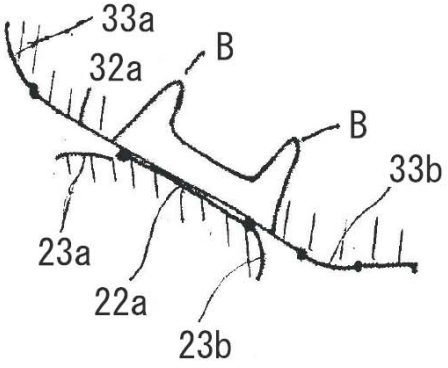


FIG. 5A

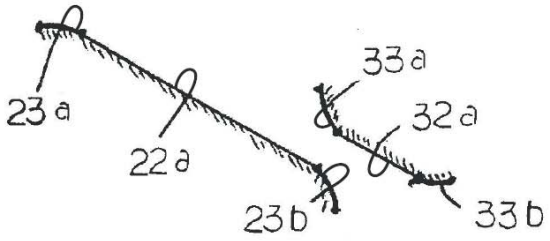


FIG. 5B

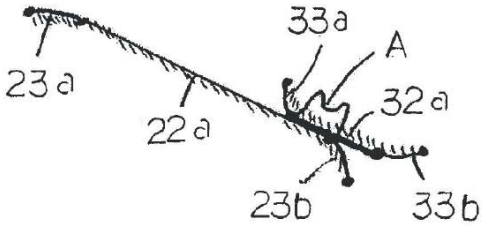


FIG. 5C

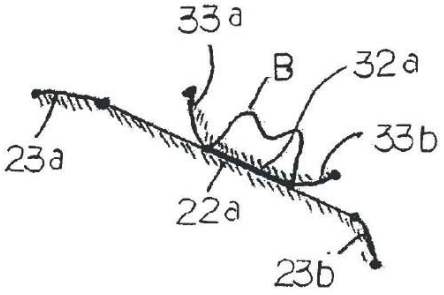


FIG. 6A

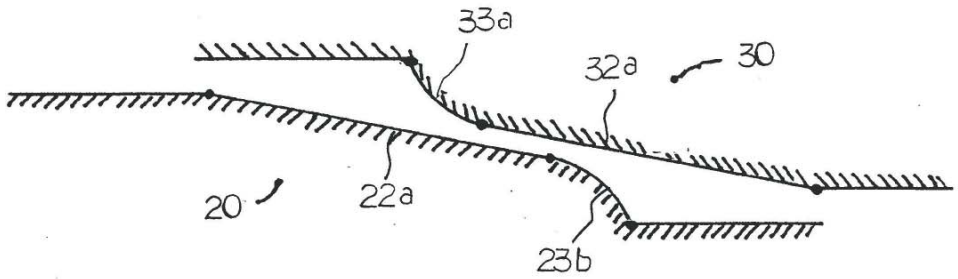


FIG. 6B

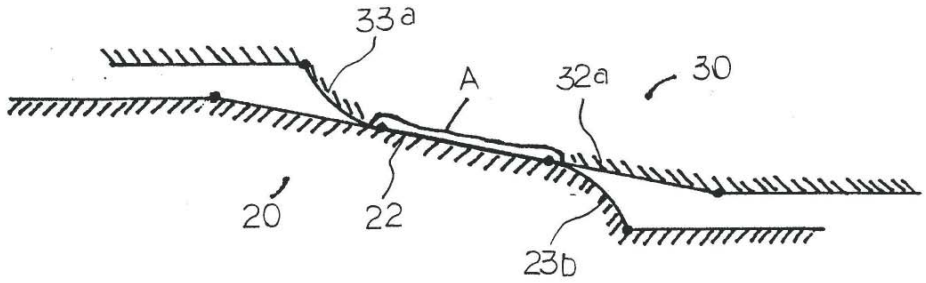


FIG. 6C

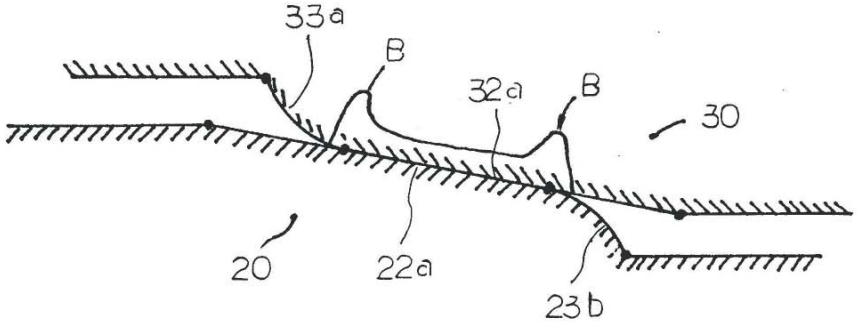


FIG. 7A

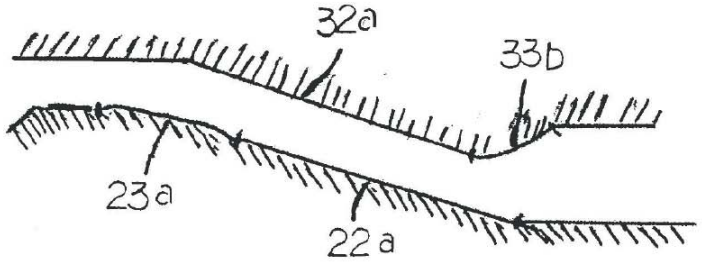


FIG. 7B

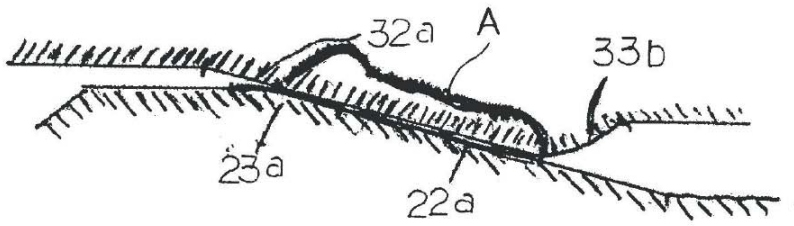
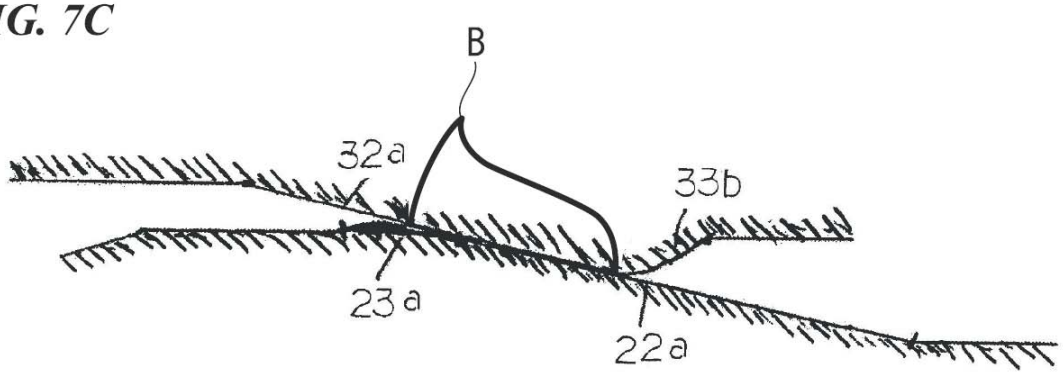


FIG. 7C



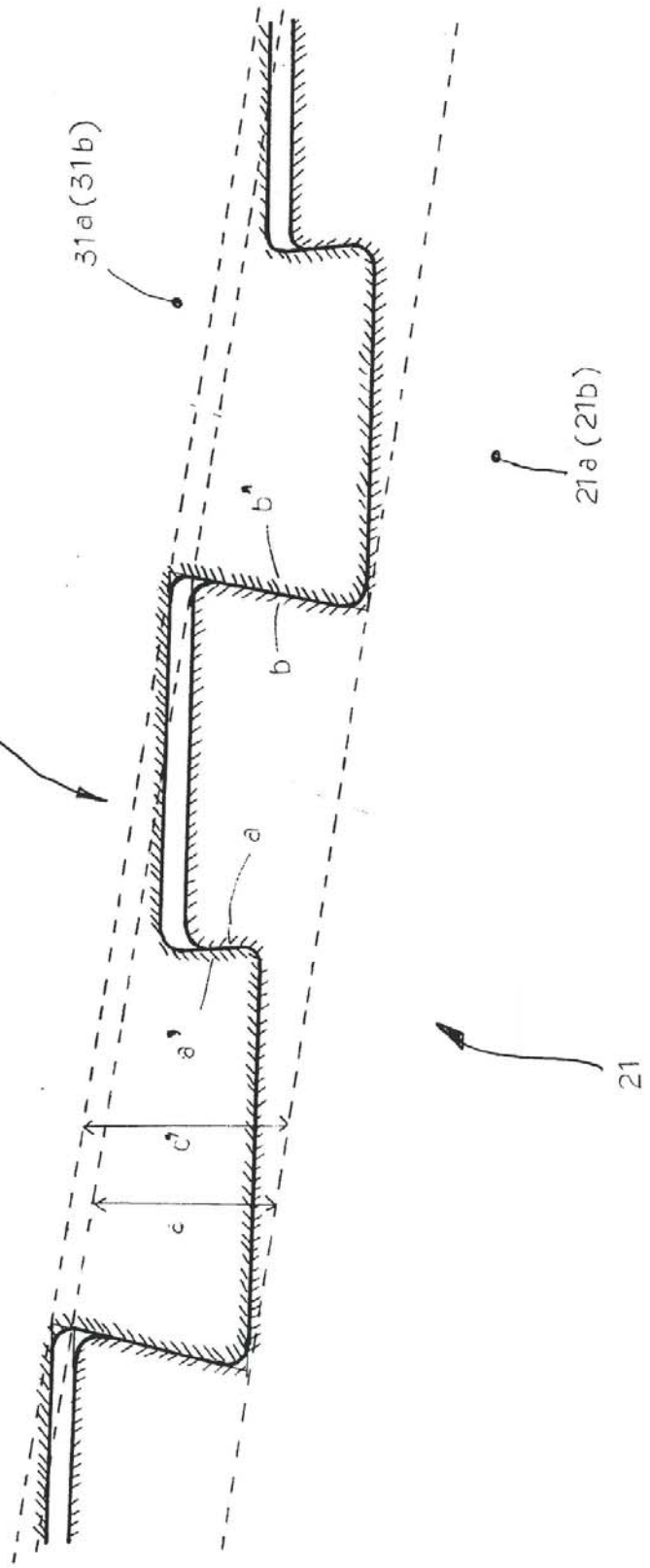


FIG. 8

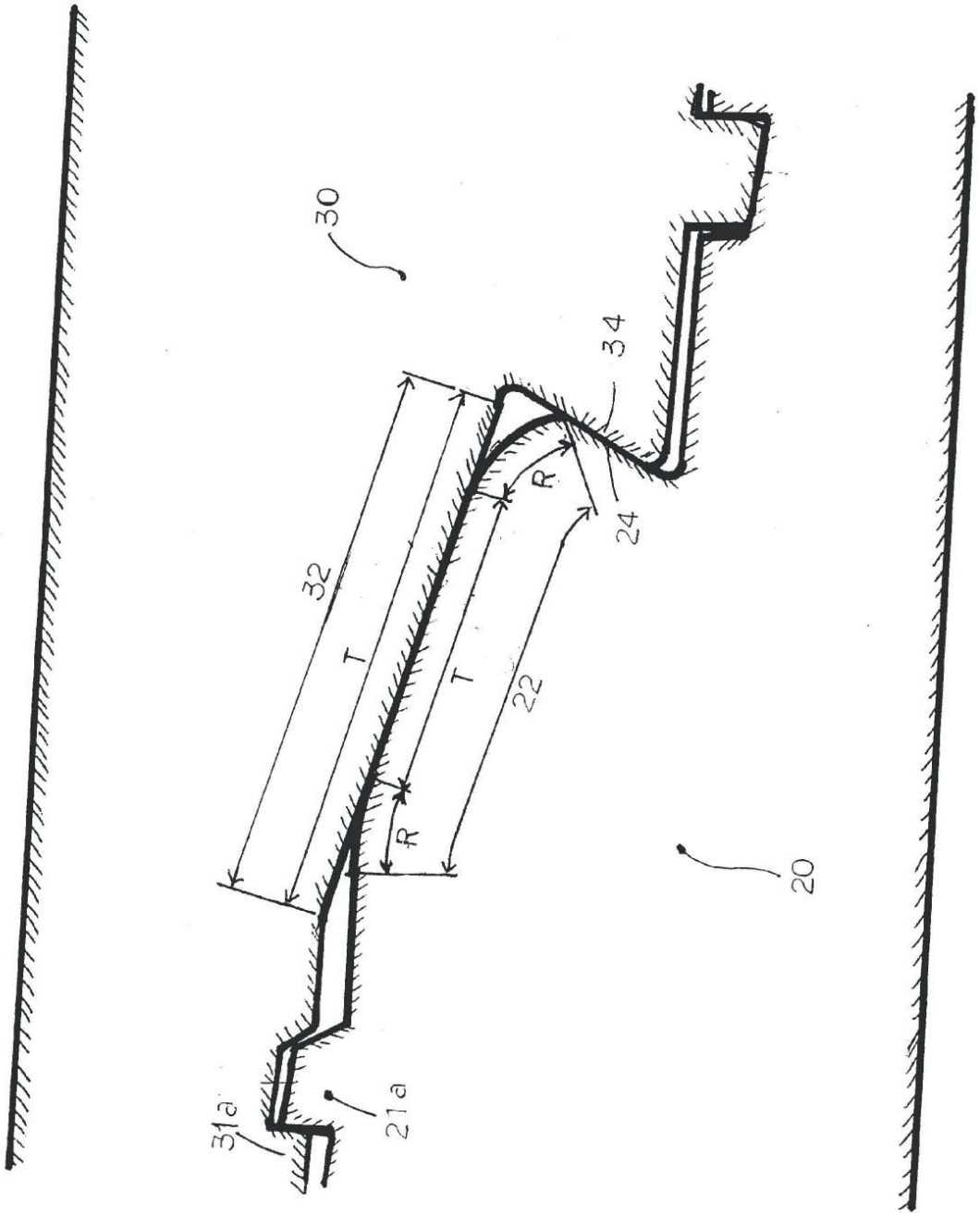


FIG. 9

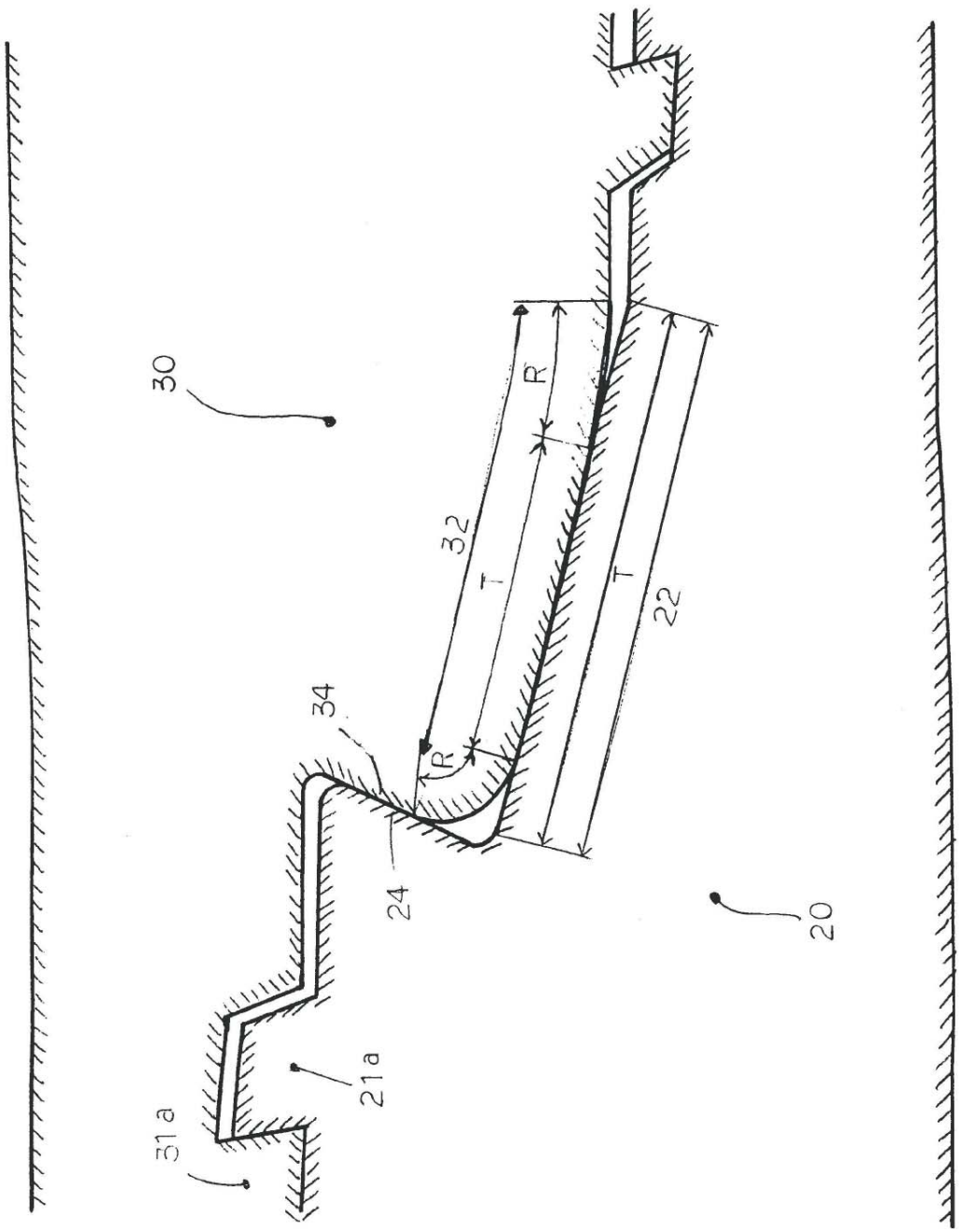


FIG. 10

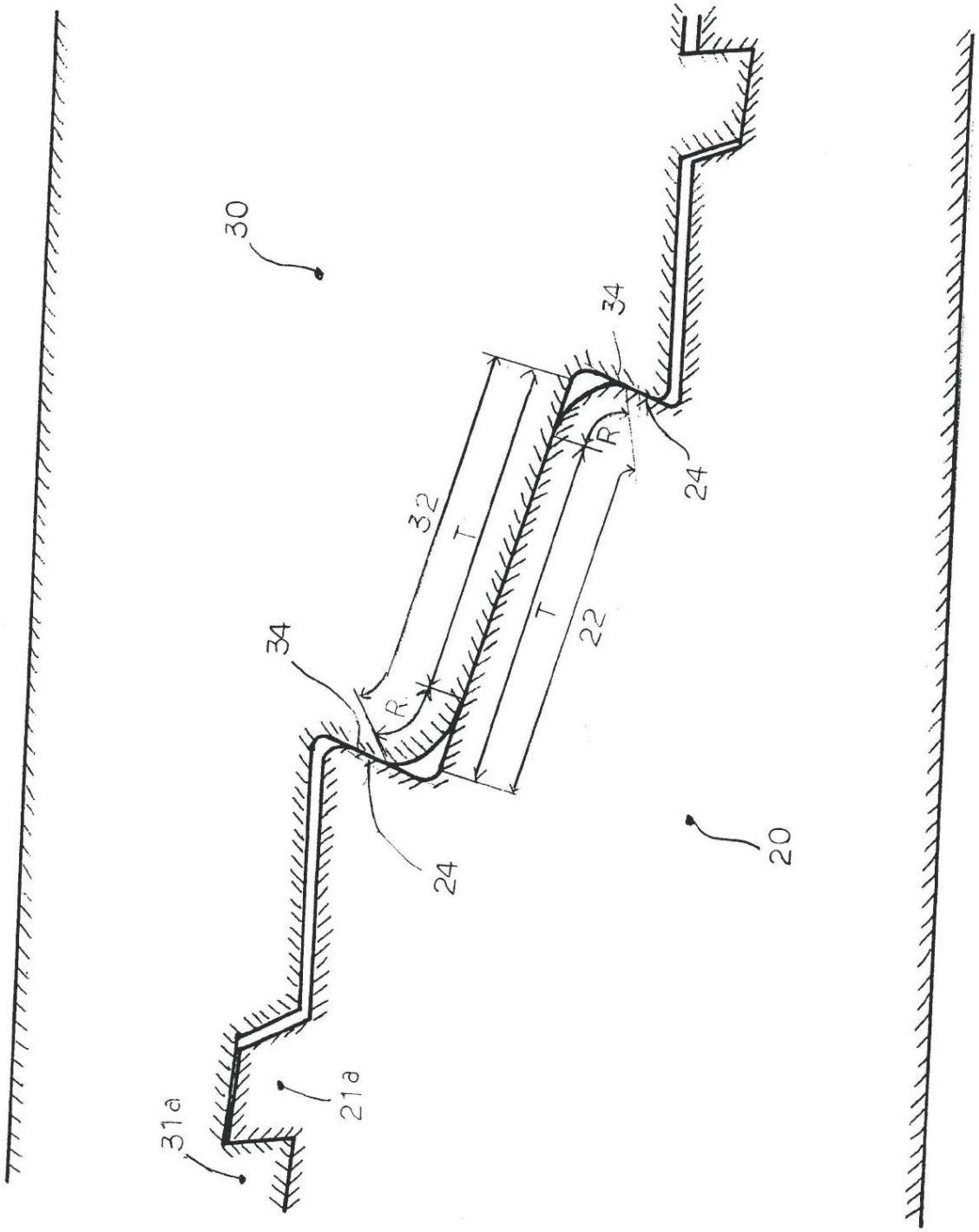


FIG. 11

FIG. 12A

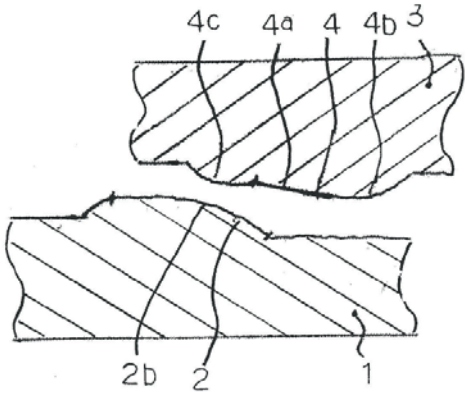


FIG. 12B

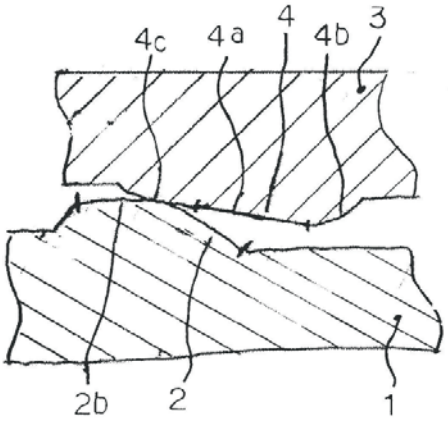


FIG. 12C

