



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

(21) **PI 1105904-4 A2**

(22) Data de Depósito: 26/10/2011
(43) Data da Publicação: 26/02/2013
(RPI 2199)



(51) *Int.Cl.:*
F16L 51/03

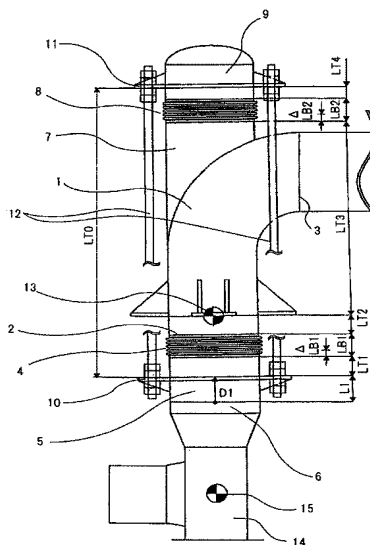
(54) **Título:** SISTEMA DE TUBULAÇÃO

(30) **Prioridade Unionista:** 26/10/2010 JP 2010-239920

(73) **Titular(es):** Toyo Engineering Corporation

(72) **Inventor(es):** Kensuke Noda

(57) **Resumo:** SISTEMA DE TUBULAÇÃO. A presente invenção refere-se a um sistema de tubulação que inclui: um primeiro membro de tubo conectado no bocal de equipamento, e conectado em um terminal de entrada do tubo principal através de um primeiro fole; um segundo membro de tubo que tem uma extremidade conectada em uma parte lateral do tubo principal; um terceiro membro de tubo conectado na outra extremidade do segundo membro de tubo através de um segundo fole; um primeiro e um segundo membros de suporte de tensor fixos no primeiro e no terceiro membros de tubo; tensores que interconectam o primeiro e o segundo membros de suporte de tensor; e uma âncora que determina uma porção do tubo principal próximo do primeiro fole como um ponto fixo. Os comprimentos dos membros de tubo entre o primeiro e o segundo membros de suporte de tensor são determinados de modo que o primeiro fole contraia pela expansão térmica do bocal de equipamento, do primeiro membro de tubo, e do membro de tubo do tubo principal abaixo da âncora, e o segundo fole contrai por uma quantidade igual àquela do primeiro fole por expansão térmica de todos os membros de tubo entre o primeiro e o segundo membros de suporte de tensor.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE TUBULAÇÃO**".

Este pedido está baseado no e reivindica o benefício de prioridade do Pedido de Patente Japonesa Número 2010-239920, depositado em 26 de Outubro de 2010, a descrição do qual está aqui incorporada na sua totalidade por referência.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um sistema de tubulação conectado a um equipamento em uma usina petroquímica ou uma usina de energia. O equipamento é uma máquina rotativa tal como um expensor de um craqueador catalítico fluidificado (FCC) ou um reator de alta temperatura, e similares, no qual o valor permissível de uma carga aplicada por uma disposição de tubos é pequeno.

15 DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELATIVA

Posto que o expensor do FCC tem um mecanismo rotacional preciso, qualquer força ou momento excessivo deve ser impedido de ser aplicado a um equipamento deste tipo. Portanto, em um sistema de tubulação metálica conectada em um bocal de equipamento instalado em tal equipamento, medidas são tomadas para reduzir as cargas sobre o bocal.

Uma de tais medidas tomadas convencionalmente é instalar diversas juntas de expansão presas instaladas no sistema de tubulação para absorver o deslocamento causado por deslocamento térmico do bocal de equipamento e a expansão térmica da tubulação durante a operação da instalação. Como a junta de expansão, uma junta de expansão do tipo de fole que inclui um fole (refere-se ao Padrão Industrial Japonês (JIS) B 2352) é geralmente conhecida. A Tabela 1 do JIS B 2352 mostra diversos tipos de juntas de expansão do tipo de fole. A aplicação de uma junta de expansão do tipo de fole não presa entre estes para conectar os tubos uns nos outros permite a absorção de deslocamento axial, deslocamento axial perpendicular, e deslocamento angular do tubo em um plano arbitrário excluindo uma torcedura. Como um resultado, as cargas sobre o bocal podem ser reduzi-

das convertendo uma grande força devido ao dobramento do tubo em uma pequena força devido ao dobramento do fole.

Em uma junta deste tipo, no entanto, uma força (daqui em diante, um empuxo de pressão interna) gerada pela pressão interna dentro do fole em uma direção de separação dos tubos uns dos outros (ou uma direção para atrair uns aos outros) é aplicada no bocal de equipamento. Isto torna difícil aplicar a junta de expansão do tipo de fole não presa simples quando um furo de tubo ou a pressão interna torna-se maior. Em tal caso, uma junta de expansão do tipo de fole presa é utilizada, a qual inclui um mecanismo para restringir a expansão axial do fole para não transmitir o empuxo de pressão interna para o exterior do fole. Os tipos bem conhecidos de juntas de expansão do tipo de fole incluem uma junta de expansão do tipo de articulação que absorve somente o deslocamento angular em um plano utilizando uma articulação nas extremidades de tubo conectadas através do fole, uma junta de expansão do tipo de balanceiro que absorve não somente o deslocamento angular em um plano, mas também o deslocamento angular em um plano arbitrário, e uma junta de expansão universal que absorve o deslocamento axial - perpendicular no plano arbitrário (referir à JP10-141565A).

Onde o sistema de tubulação move verticalmente devido à expansão térmica de cada membro de tubulação, um dispositivo de suporte de tubo especial para suportar o peso da tubulação com acompanhamento do movimento vertical é necessário. Para este propósito, o sistema de tubulação está instalado em um estado elevado pela utilização de suportes de suspensor de mola tal como os suspensores de mola variáveis ou os suspensores de mola constantes que tem um mecanismo para reduzir a variação de carga pelo movimento.

Como um método para utilizar a junta de expansão do tipo de fole para absorver o deslocamento axial sem transmitir o empuxo de pressão interna para o exterior da junta de expansão do tipo de fole, uma junta de expansão do tipo de fole do tipo de pressão equilibrada é utilizada, a qual adicionalmente inclui um fole para cancelar o empuxo de pressão interna e

os tensores dispostos para permitir o deslocamento axial em um estado de manter o equilíbrio (referir à figura 8 da JP10-141565A ou as figuras da Patente U.S. Número 4265472).

5 Como acima descrito, no sistema de tubulação convencional que inclui diversas juntas de expansão do tipo de fole presas, as cargas aplicadas sobre o bocal de equipamento podem ser reduzidas. No entanto, esta medida de redução de carga está se tornando insuficiente devido à recente tendência na direção de instalações de maior capacidade.

10 Quando um furo de tubo aumenta conforme a instalação é aumentada, o empuxo de pressão interna aplicado no fole torna-se maior, e a constante de mola do próprio fole aumenta. O tubo também torna-se mais longo, e com isto o deslocamento a ser absorvido é aumentado. Uma força de atrito de uma porção deslizante tal como a articulação ou o balanceiro aumenta, causando um aumento em cargas sobre o bocal de equipamento.

15 Os suportes de suspensor de mola também têm um atrito na porção deslizante e na própria mola, e uma força de reação gera durante o movimento. Esta força é denominada uma carga para movimento inicial e torna-se aproximadamente 5% da carga de suporte. Assim, uma influência da força nos suportes de suspensor de mola no bocal de equipamento não pode mais ser

20 insignificante. Por exemplo, o peso de tubo é de 11 toneladas por metro no caso de um tubo de aço inoxidável que tem um diâmetro de ϕ 3500 milímetros e uma espessura de 135 milímetros. Quando 14 metros de tubo são suportados por suporte de suspensor de mola sobre o bocal de equipamento, o peso de tubo total é de 150 toneladas e a carga para o movimento inicial

25 atinge aproximadamente 7,5 toneladas. Como um resultado, esta carga torna-se predominante, excedendo o valor permissível de uma carga para o bocal de equipamento.

De modo a impedir a aplicação de várias cargas que incluem o empuxo de pressão interna, a força de reação de mola, e a força de atrito do

30 sistema de tubulação, e a resistência de operação do suporte de suspensor sobre o bocal de equipamento, um método para instalar uma junta de expansão do tipo de fole do tipo de pressão equilibrada entre o bocal de equi-

pamento e o membro de tubulação e determinar um ponto fixo (âncora) tão próximo quanto possível do fole do membro de tubulação para fixar o sistema de tubulação, foi considerado em uma base conceitual. Esta âncora impede que qualquer carga de tubulação, atrito e força de reação sejam transmitidas para o lado de bocal de equipamento do outro lado da âncora suportando rigidamente a tubulação. No entanto, na técnica convencional, este método tem sido difícil pelas seguintes razões.

Sob tais condições, um empuxo de pressão interna e uma força de reação de mola devido ao deslocamento do fole são aplicados no bocal de equipamento. O empuxo de pressão interna pode ser absorvido empregando a junta de expansão do tipo de fole acima mencionada do tipo de pressão equilibrada. No entanto, quando o membro de tubulação próximo do fole está fixo, toda a expansão térmica axial do bocal de equipamento deve ser absorvida pelo deslocamento de compressão do fole. Quando uma junta de expansão do tipo de fole do tipo de pressão equilibrada é empregada, o furo de tubo é aumentado para aumentar a constante de mola do fole único, e a influência de um fole do tipo de pressão equilibrada adicional aumenta mais a constante de mola. Como um resultado, a força de reação de mola aumenta, e as cargas sobre o bocal de equipamento excedem o valor permissível, tornando impraticável determinar uma âncora no membro de tubulação próximo do fole dentro do escopo da técnica convencional. Portanto, existe uma necessidade urgente de obter um método para determinar uma âncora no membro de tubulação próximo do fole desenvolvendo um sistema de junta de expansão do tipo de pressão equilibrada com uma nova tecnologia. Isto é para equilibrar a força de reação de mola do fole principal pelo deslocamento no bocal de equipamento com aquela de um fole equilibrado por deslocamento térmico na peça de tubulação no sistema de junta de expansão.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção foi desenvolvida em vista dos problemas da técnica anterior, e um objetivo da presente invenção é prover um sistema de tubulação que possa reduzir as cargas aplicadas a um bocal de equipamen-

to com confiabilidade apesar do furo de tubo ser aumentado pela tendência recente de aumentar a capacidade de instalação.

De acordo com um aspecto da presente invenção, um sistema de tubulação inclui: uma junta de expansão do tipo de fole conectada em um bocal de equipamento de um equipamento; um tubo principal; um primeiro membro de tubo que está conectado no bocal de equipamento que estende do equipamento, e que está conectado em uma extremidade do tubo principal através de um primeiro fole; um segundo membro de tubo que tem uma extremidade conectada a uma parte lateral do tubo principal; um terceiro membro de tubo conectado na outra extremidade do segundo membro de tubo através de um segundo fole; um primeiro membro de suporte de tensor(flange) fixado em uma circunferência externa do primeiro membro de tubo; um segundo membro de suporte de tensor (flange) fixo em uma circunferência externa do terceiro membro de tubo; tensores que mantêm uma distância fixa entre o primeiro membro de suporte de tensor e o segundo membro de suporte de tensor; e uma âncora disposta para determinar uma porção do tubo principal próximo do primeiro fole como um ponto fixo.

Neste caso, os comprimentos dos membros de tubo entre o primeiro membro de suporte de tensor e o segundo membro de suporte de tensor são determinados de modo que o primeiro fole contraia devido ao deslocamento térmico no bocal de equipamento, no primeiro membro de tubo, e no membro de tubo do tubo principal mais próximo do bocal de equipamento do que da âncora, e o segundo fole contrai de modo que este seja deslocado (quantidade de contração) igualmente ao primeiro fole por expansão térmica de todos os membros de tubo entre o primeiro e o segundo membros de suporte de tensor.

Esta configuração utiliza uma estrutura da junta de expansão do tipo de fole do tipo de pressão equilibrada. Com isto, o empuxo de pressão interna gerado pela pressão interna pode ser equilibrado pelo primeiro fole e o segundo fole. Um comprimento de cada membro de tubulação entre o primeiro membro de suporte de tensor e o segundo membro de suporte de tensor é ajustado, e ambos os foles estão sempre determinados para serem

iguais em deslocamento de contração com relação à expansão térmica do bocal de equipamento e todos os membros de tubulação. Como um resultado, as forças de reação de mola dos foles são canceladas.

Assim, de acordo com a presente invenção, no sistema de tubulação, onde os tubos que são mais pesados do que o equipamento de bocal e que expandem termicamente (ou contraem termicamente) devido à temperatura dos fluidos internos estão conectados, as cargas sobre o equipamento podem ser reduzidas. Se comparado com o método de projeto convencional no qual uma junta de expansão do tipo de articulação convencional, uma junta de expansão do tipo de balanceiro e uma junta de expansão universal são utilizadas, uma força de atrito ou resistência de operação que é aplicada no bocal de equipamento do sistema de tubulação pode ser mais significativamente reduzida porque o conjunto de âncora é determinado próximo do bocal. Mais ainda, as forças de reação de mola do fole são canceladas pela utilização do deslocamento do fole causado pela expansão térmica dos membros de tubulação no sistema de tubulação, e com isto as cargas sobre o bocal de equipamento podem ser reduzidas mais significativamente do que no caso de utilizar a junta de expansão do tipo de pressão equilibrada convencional.

Os acima e outros objetivos, características e vantagens da presente invenção ficarão aparentes da descrição seguinte com referência aos desenhos acompanhantes os quais ilustram exemplos da presente invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Figura 1 é uma vista lateral que mostra um esboço de um sistema de tubulação de acordo com uma modalidade exemplar da presente invenção;

Figura 2 é uma vista lateral que mostra um sistema de tubulação de acordo com outra modalidade exemplar da presente invenção; e

Figura 3 é uma vista lateral que mostra um sistema de tubulação de acordo com ainda outra modalidade exemplar da presente invenção.

LISTAGEM DE REFERÊNCIA

1 tubo de cotovelo (tubo principal descrito nas reivindicações)

	2	terminal de entrada
	3	terminal de descarga
	4	fole (primeiro fole descrito nas reivindicações)
5	5	tubo reto (primeiro membro de tubulação descrito nas reivindicações)
	6	bocal de equipamento
	7	tubo reto (segundo membro de tubulação descrito nas reivindicações)
10	8	fole do tipo de pressão equilibrada (segundo fole descrito nas reivindicações)
	9	tubo reto (terceiro membro de tubulação descrito nas reivindicações)
	10, 11	flange de suporte de tensor (membro de suporte de tensor descrito nas reivindicações)
15	12, 12A, 12B	tensor
	13	âncora (ponto fixo)
	14	equipamento
	15	ponto fixo de equipamento
	21	tubo reto (tubo principal descrito nas reivindicações)
20	22	placa de fixação do tipo de ligação (ligação descrita nas reivindicações)
	23	placa de suporte
	24	condutor (segundo membro de tubulação descrito nas reivindicações)
25	25	placa de came

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE EXEMPLAR

Um sistema de tubulação de acordo com a presente invenção emprega uma junta de expansão do tipo de fole na qual um método de equilíbrio de pressão está sendo aplicado. A figura 1 é uma vista lateral que mostra em esboço o sistema de tubulação de acordo com uma modalidade exemplar. Como mostrado, uma extremidade inferior do sistema de tubulação está conectada a um bocal de equipamento tal como uma máquina rotativa,

e o sistema de tubulação é um aparelho projetado para reduzir uma força externa (o peso próprio do tubo, a expansão térmica de um tubo, a força de reação de mola de um fole, o empuxo de pressão interna, as cargas de outros locais, a força de atrito, ou a resistência de operação) sobre o bocal de equipamento.

A figura 1 mostra um exemplo onde um tubo estendido em uma direção horizontal está conectado no bocal de equipamento. Referindo à figura 1, um tubo de cotovelo (tubo curvo) 1 tem um terminal de entrada 2 e um terminal de descarga 3. O terminal de descarga 3 do tubo de cotovelo 1 está conectado no tubo que estende na direção horizontal. O terminal de entrada 2 do tubo de cotovelo 1 está conectado no tubo reto 5 através do fole 4. O tubo reto 5 está conectado no bocal de equipamento 6. Sobre uma superfície de uma porção de arco do tubo de cotovelo 1, o tubo reto 7 está soldado para ficar em série com uma porção de tubo reto do tubo de cotovelo 1. O tubo reto 7 comunica com o interior do tubo de cotovelo 1. O tubo reto 7 e o tubo de cotovelo 1 são iguais em diâmetro. Para ajustar uma temperatura do tubo reto 7 igual a do tubo de cotovelo 1, a abertura de uma porção de comunicação é de preferência moldada grande de modo que os fluidos internos que têm alguma temperatura possam fluir suficientemente para dentro do tubo reto 7. Assim, o cotovelo do tubo de cotovelo 1 pode ser substituído por um ferro T. O tubo reto 9 está conectado em uma extremidade do tubo reto 7 oposta ao tubo de cotovelo 1 através do fole 8 igual em diâmetro ao fole 4. Os tubos retos 5 e 9 respectivamente incluem os flanges de suporte de tensor 10 e 11. Os dois flanges de suporte de tensor 10 e 11 estão interconectados por uma pluralidade de tensores 12 dispostos a intervalos iguais e iguais em comprimento. Os flanges são tomados como exemplos de membros de suporte de tensor na modalidade exemplar. No entanto, os membros de suporte de tensor não estão limitados aos flanges. Outras unidades de suporte podem ser aplicadas.

A porção de tubo reto do tubo de cotovelo 1 próximo do fole 4 está conectada na âncora 13. Esta porção de conexão não é movida por nenhuma força externa (em outras palavras, um ponto fixo). A âncora 13 é

feita de um material de placa, e soldada no tubo de cotovelo 1. Uma porção de fixação da âncora 13 está fixa a uma estrutura de aço formada diretamente fixa em uma fundação de concreto na qual o equipamento 14 está instalado. O equipamento 14 é fixo de modo a não ser movido por nenhuma força externa. O ponto fixo 15 do equipamento e a âncora 13 (ponto fixo) do sistema de tubulação são respectivamente os pontos de base de expansão térmica do bocal de equipamento e do sistema de tubulação. No entanto, estes pontos de base não estão necessariamente sobre uma linha central do bocal de equipamento 6 mostrado na figura 1, desde que estes estejam sobre uma linha reta vertical à superfície de instalação do equipamento 14.

Como acima descrito, o fole 4 está disposto entre o bocal de equipamento 6 e o tubo de cotovelo 1 conectado no bocal de equipamento 6, e a porção de tubo de cotovelo 1 tão próxima quanto possível do fole 4 na fabricação é determinada como o ponto fixo pela utilização da âncora 13. Assim, uma força externa do sistema de tubulação é impedida de ser diretamente aplicada sobre o equipamento enquanto que a contração (em outras palavras, a força de reação de mola) do fole 4 é reduzida tanto quanto possível. A porção tão próxima quanto possível do fole 4 na fabricação pode apropriadamente ser determinada de uma distância maior, por exemplo, quatro ou cinco vezes que a espessura do tubo de um terminal de conexão (linha de soldagem) do fole 4 e do tubo de cotovelo 1 em vista de uma influência térmica, ou as outras restrições sobre a fabricação ou a instalação.

No sistema de tubulação, um empuxo de pressão interna axial é aplicado sobre ambas às extremidades do fole 4 devido à pressão de fluidos que passam através do tubo de cotovelo 1 (pressão de interna de tubo) uma força de reação de mola gerada pelo deslocamento do fole 4 e do fole 8, quando cada membro de tubulação está termicamente expandido é aplicada no bocal de equipamento 6. No entanto, quando um empuxo de pressão interna é aplicado no fole 4, um empuxo de pressão interna é também aplicado no fole 8. Um empuxo de pressão interna descendente do fole 4 é transmitido para o tubo reto 5, enquanto que um empuxo de pressão interna ascendente do fole 8 é transmitido para o tubo reto 9. No entanto, ambos os

empuxos de pressão interna cancelam um ao outro porque os tubos retos 5 e 9 estão conectados por um tensor 12. Com isto, nenhum empuxo de pressão interna do fole é aplicado no bocal de equipamento 6.

Para uma fácil compreensão, é presumido que o deslocamento devido à expansão térmica entre uma extremidade superior do flange de suporte de tensor 10 e uma extremidade inferior do flange de suporte de tensor 11 não é levado em consideração. Então, o fole 4 contrai com relação ao movimento térmico do bocal de equipamento 6, enquanto que o fole 8 expande por uma quantidade igual, e com isto as forças de reação de mola do fole geradas por tal deslocamento são aplicadas no bocal de equipamento 6 na mesma direção.

A presente invenção emprega a seguinte proposta de projeto para impedir a aplicação de cargas no bocal de equipamento 6 cancelando as forças de reação de mola dos foles 4 e 8 geradas pelo deslocamento.

Primeiro, a expansão térmica do bocal de equipamento 6 para a âncora 13 é verificada. Referindo à expansão térmica dos membros acima do bocal de equipamento 6, o tubo reto 5, e parte da parte de cotovelo 1 sob a âncora 13 do tubo de cotovelo 1, o fole 4 contrai e absorve a expansão térmica por todos os membros porque a âncora 13 está fixa. A seguir, a expansão térmica entre os flanges de suporte de tensor 10 e 11 é verificada. Os membros entre os flanges de suporte de tensor 10 e 11 movem para cima como um todo enquanto o comprimento é mantido pela expansão térmica do bocal de equipamento 6. Devido à retenção entre estas porções pelo tensor 12, o fole 4 e o fole 8 contraem e absorvem a expansão térmica do tubo de cotovelo 1, do tubo reto 7, dos membros próximos do tubo de cotovelo 1 do flange de suporte de tensor 10 do tubo reto 5, e dos membros próximos do tubo reto 7 do flange de suporte de tensor 11 do tubo reto 9.

A quantidade de contração do fole 4 é determinada com base na presença da âncora 13 no tubo de cotovelo 1. A quantidade de contração do fole 8 é determinada pela quantidade de contração restante entre os flanges de suporte de tensor 10 e 11. A distância LT0 entre os flanges de tensor 10 e 11 é suficientemente longa de modo que o deslocamento do fole 8 é tam-

bém na direção de contração pela expansão térmica entre os flanges de tensor ficando maior do que o deslocamento no bocal de equipamento 6. Mais ainda, se a distância LT0 for adequadamente ajustada pelo cálculo estrito de expansão térmica, as forças de reação de mola de quantidades de contração
 5 pelo fole 4 e pelo fole 8 podem ser as mesmas e assim a força de reação de mola pelo fole 4 e pelo fole 8 podem ser equalizadas. Como um resultado, nenhuma força de reação de mola do fole é aplicada no bocal de equipamento 6, apesar do bocal de equipamento 6 ser deslocado.

A figura 1 mostra os parâmetros utilizados em uma fórmula de
 10 cálculo, os quais são somados à configuração do sistema de tubulação de acordo com a modalidade exemplar. Um esboço dos parâmetros de projeto é como segue:

D1: quantidade de deslocamento [milímetros] devido à mudança de temperatura do bocal de equipamento (a direção do flange de suporte de
 15 tensor 10 visto do bocal de equipamento 6 é mais)

L1: Comprimento [milímetros] da porção para terminal de conexão do tubo reto 5 com bocal de equipamento 6 para a extremidade do flange de suporte de tensor 10 oposta ao bocal de equipamento 6

LT0: comprimento [milímetros] do tensor 12 entre a extremidade
 20 do flange de suporte de tensor 10 oposto ao bocal de equipamento 6 e a extremidade do flange de suporte de tensor 11 oposto ao bocal de equipamento 6

LT1: comprimento [milímetros] da extremidade do tubo reto 5 oposto ao bocal de equipamento 6 do flange de suporte de tensor 10 para o
 25 terminal de conexão do tubo reto 5 com o fole 4

LB1: comprimento axial [milímetros] do fole 4

Δ LB1: quantidade de deslocamento axial [milímetros] do fole 4 (a direção de contração é mais)

LT2: comprimento [milímetros] da porção de tubo de cotovelo 1
 30 do terminal de conexão do tubo de cotovelo 1 com o fole 4 para o ponto fixo (âncora 13)

LT3: comprimento [milímetros] da porção de tubo do ponto fixo

(âncora 13) para o terminal de conexão do fole 8 com o tubo reto 7

LB2: comprimento axial [milímetros] do fole 8

$\Delta LB2$: quantidade de deslocamento axial [milímetros] do fole 8 (a direção de contração é mais)

5 LT4: comprimento [milímetros] da porção de tubo reto 9 do terminal de conexão do tubo reto 9 com o fole 8 para a extremidade do flange de suporte de tensor 11 no lado do bocal de equipamento 6

$\alpha_{(t)}$: coeficiente de expansão térmica [-] do membro de tubulação quando a temperatura normal muda para a temperatura $t^{\circ}C$

10 $k_{(B1, t)}$: constante de mola [N/mm] na temperatura $t^{\circ}C$ do fole 4

$k_{(B2, t)}$: constante de mola [N/mm] na temperatura $t^{\circ}C$ do fole 8

As fórmulas de cálculo utilizadas para projetar o sistema de tubulação são como segue.

Na figura 1, a expansão térmica do ponto fixo (âncora 15) do equipamento para o ponto fixo (âncora 13) é calculada. A quantidade de deslocamento (contração) $\Delta LB1$ do fole 4 é calculada somando uma quantidade de deslocamento devido à expansão térmica da porção de tubo do bocal de equipamento para o ponto fixo da âncora 13 à expansão térmica do bocal de equipamento 6 do ponto fixo (âncora 15) do equipamento, ou seja, uma
15
20 quantidade de deslocamento (D1) do bocal de equipamento 6. Com isto, a seguinte fórmula 1 é estabelecida:

$$\Delta LB1 = D1 + \alpha_{(t)}(L1 + LT1 + LT2) \quad \dots \text{fórmula 1}$$

Na fórmula 1, assumindo que a distribuição de temperatura é uniforme e os materiais são similares no sistema de tubulação, os deslocamentos devido à expansão térmica das respectivas porções de tubo são calculados pelo coeficiente de expansão térmica $\alpha_{(t)}$ na mesma temperatura. No
25 entanto, quando a temperatura e o material variam de uma porção de tubo para outra, o coeficiente de expansão térmica deve ser mudado para cada porção de tubo para executar o cálculo.

30 Na figura 1, quando é presumido que a temperatura das tensores não está inalterada, o comprimento LT0 do tensor 12 entre a extremidade do flange de suporte de tensor 10 oposto ao bocal de equipamento 6 e a

extremidade do flange de suporte de tensor 11 sobre o lado do bocal de equipamento 6 torna-se fixo independentemente de mudanças de temperatura das outras porções de tubo. A soma de deslocamentos devidos à expansão térmica de todas as porções de tubo entre estas é consequentemente igual à soma de deslocamentos (quantidades de contração) do fole 4 e do fole 8. Com isto, a seguinte fórmula 2 é estabelecida:

$$\alpha_{(t)}(LT1+LT2+LT3+LT4)=\Delta LB1+ \Delta LB2 \quad \dots \text{ fórmula 2}$$

Assumindo que as constantes de mola do fole 4 e do fole 8 são iguais devido à condição da distribuição de temperatura, as forças de reação de mola de ambos os foles podem ser iguais quando os foles são iguais em deslocamento. Quando o deslocamento de contração do fole 4 e do fole 8 é sempre igual ao deslocamento devido à expansão térmica do bocal de equipamento 6 e de todas as porções de tubo, as forças de reação de mola dos foles sempre cancelam uma à outra, assim impedindo a aplicação das forças de reação de mola dos foles sobre o bocal de equipamento 6. Assim, na fórmula 2, quando os foles 4 e 8 são iguais em deslocamento, $\Delta LB2$ pode ser substituído por $\Delta LB1$. Com isto, a seguinte fórmula 3 pode ser estabelecida:

$$2 \cdot \Delta LB1 = \alpha_{(t)}(LT1+LT2+LT3+LT4) \quad \dots \text{ fórmula 3}$$

Como acima descrito, a distância $LT0$ entre a extremidade superior do flange de suporte de tensor 10 e a extremidade inferior do flange de suporte de tensor 11 é mais longa do que aquela na junta de expansão do tipo de fole convencional do tipo de pressão equilibrada. É porque na fórmula 2, a quantidade de deslocamento total de expansão térmica no lado esquerdo é determinada grande, e o valor de $\Delta LB2$ é mais (a saber, contração) como no caso de $\Delta LB1$. Para coincidir o comprimento deste intervalo com a fórmula, é apropriado ajustar o comprimento de $LT3$ na figura 1.

Quando $\Delta LB1$ é apagado das fórmulas 1 e 3 para derivar uma fórmula para calcular $LT3$, a seguinte fórmula 4 é estabelecida:

$$LT3=2 \cdot D1/\alpha_{(t)}+2 \cdot L1+LT1+LT2-LT4 \quad \dots \text{ fórmula 4}$$

No sistema de tubulação de acordo com a modalidade exemplar mostrada na figura 1, a provisão do tamanho de $LT3$ calculado pela fórmula

4 permite a absorção de movimento do bocal de equipamento 6 com relação ao deslocamento D1 (somente na direção vertical) devido à expansão térmica do bocal de equipamento 6 causada por uma mudança de temperatura, e o cancelamento das forças de reação de mola dos foles 4 e 8 neste caso. O sistema de tubulação de acordo com a modalidade exemplar tem a estrutura da junta de expansão do tipo de fole do tipo de pressão equilibrada, e com isto o empuxo de pressão interna gerado pela pressão interna pode também ser cancelado. Como um resultado, uma força externa aplicada do sistema de tubulação sobre o bocal de equipamento pode ser suprimida tanto quanto possível.

Os exemplos de cálculo são como seguem:

$$D1=50 \text{ [milímetros]}$$

$$L1 = 500 \text{ [milímetros]}$$

$$LT1=LT2=LT4=500 \text{ [milímetros]}$$

$$LB1 = LNB2=1000 \text{ [milímetros]}$$

$\alpha_{(t)}=0,01392[-]$ (quando o material de tubo é o aço inoxidável 304H, e a temperatura muda de aproximadamente 20°C para aproximadamente 750°C)

$$LT3=2 \cdot 50/0,01392+2 \cdot 500+500+500-500=8684 \text{ [milímetros]}$$

$$LT0=500+1000+500+8684+1000+500=12184 \text{ [milímetros]}$$

$$\Delta LB1=\Delta LB2=50+0,01392 \cdot (500+500+500)=71 \text{ [milímetros]}$$

No sistema de tubulação de acordo com a modalidade exemplar, o tubo de cotovelo é utilizado como o tubo principal. No entanto, ao invés disso, um ferro T pode ser utilizado. As fórmulas 1, 2, 3 e 4 foram derivadas com base na suposição que os coeficientes de expansão térmica das respectivas porções de tubo são todos iguais a $\alpha_{(t)}$. Fórmulas mais gerais 1a, 2a, 3a, 4a e 5 capazes de lidar com o caso onde os coeficientes de expansão térmica são diferentes devido à dissimilaridade em temperatura e material entre as porções de tubo são como seguem. Nas fórmulas, um coeficiente de expansão térmica de cada porção de tubo, por exemplo, em um tamanho L1 de tubo reto 5 mostrado na figura 5, é $\alpha_{(L1, t)}$.

$$\Delta LB1=D1+\alpha_{(L1, t)} \cdot L1+\alpha_{(LT1, t)} \cdot LT1+\alpha_{(LT2, t)} \cdot LT2 \quad \dots \text{ fórmula 1a}$$

$$\alpha_{(LT1, t)} \cdot LT1 + \alpha_{(LT2, t)} \cdot LT2 + \alpha_{(LT3, t)} \cdot LT3 + \alpha_{(LT4, t)} \cdot LT4 \\ = \Delta LB1 + \Delta LB2 \quad \dots \text{fórmula 2a}$$

Quando os foles são diferentes um do outro em temperatura e material, a teoria que as forças de reação de mola dos foles são iguais quando os deslocamentos dos foles são iguais não foi estabelecida. Assim, as constantes de mola dos foles nas respectivas temperaturas e um aumento em força de reação de mola causado por expansão térmica dos próprios foles devem ser levados em consideração. Por esta razão, uma condição quando o fole 4 e o fole 8 sendo iguais em força de reação de mola pode ser representada pela seguinte fórmula 5:

$$k_{(B1, t)} \cdot (\Delta LB1 + \alpha_{(LB1, t)} \cdot LB1) = k_{(B2, t)} \cdot (\Delta LB2 + \alpha_{(LB2, t)} \cdot LB2) - F \\ \dots \text{fórmula 5}$$

Na fórmula 5, uma força de ajuste F é determinada de modo que a direção (ascendente na figura 1) do flange de suporte de tensor 10 visto do bocal de equipamento é mais. Quando as forças de reação de mola do fole 4 e do fole 8 estão equilibradas para serem completamente iguais, a força de ajuste F é zero. Quando o equilíbrio é rompido, e as forças de reação de mola são equilibradas levando em conta uma força de atrito ou resistência do suspensor, o seu valor é utilizado.

Quando $\Delta LB2$ é apagado da fórmula 2a e da fórmula 5, a seguinte fórmula 3a é adquirida:

$$(1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)}) \cdot \Delta LB1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LB1, t)} \cdot LB1 - \alpha_{(LB2, t)} \cdot LB2 + 1 / k_{(B2, t)} \cdot F = \alpha_{(LT1, t)} \cdot LT1 + \alpha_{(LT2, t)} \cdot LT2 + \alpha_{(LT3, t)} \cdot LT3 + \alpha_{(LT4, t)} \cdot LT4 \quad \dots \text{fórmula 3a}$$

Quando $\Delta LB1$ é apagado da fórmula 3a e da fórmula 1a, e LT3 permanece no lado esquerdo, a seguinte fórmula 4 é adquirida:

$$LT3 = (1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)}) \cdot (D1 / \alpha_{(LT3, t)} + \alpha_{(L1, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot L1) + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT1, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LT1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT2, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LT2 - \alpha_{(LT4, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LT4 + 1 / k_{(B2, t)} \cdot F + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LB1, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LB1 - \alpha_{(LB2, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LB2 \\ \dots \text{fórmula 4a}$$

30 OUTRAS MODALIDADES

O sistema de tubulação mostrado na figura 1 está configurado de modo que o fole de tubo principal 4 e o fole do tipo de pressão equilibrada

8 estão localizados sobre a linha reta vertical, e o tubo estende do bocal de equipamento 6 e dobra no tubo de cotovelo 1 para dobrar na direção horizontal. No entanto o tubo pode estender reto em uma direção vertical sem ser dobrado. As figuras 2 e 3 mostram sistemas de tubulação configurados retos na direção vertical. Nas figuras 2 e 3, os componentes similares em função àqueles mostrados na figura 1 estão denotados por números de referência similares.

Referindo à figura 2, um tubo reto 21 disposto em uma direção vertical (direção vertical mostrada na figura 2) tem um terminal de entrada 2 e um terminal de descarga 3. O terminal de descarga 3 do tubo reto 21 está conectado a um tubo que estende na direção vertical. O terminal de entrada 2 do tubo reto 21 está conectado no tubo reto 5 através do fole 4 (fole de tubo principal). O tubo reto 5 está conectado no bocal de equipamento 6. Sobre uma superfície superior do tubo reto 21, o tubo reto 7 está soldado para estender em uma direção perpendicular à direção de extensão do tubo reto 21. O tubo reto 7 comunica com o interior do tubo reto 21. O tubo reto 9 está conectado a uma extremidade do tubo reto 7 oposta ao tubo reto 21 através do fole 8 (fole do tipo de pressão equilibrada) igual em diâmetro ao fole 4. Os tubos retos 5 e 9 respectivamente incluem os flanges de suporte de tensor 10 e 11. Uma pluralidade de tensores 12A dispostos em intervalos iguais estão conectados no flange de suporte do tensor 10, e uma pluralidade de tensores 12B dispostos em intervalos iguais estão conectados no flange de suporte de tensor 11. O tensor 12A e o tensor 12B estendem em direções ortogonais um ao outro, e estão conectados em placas de came 25 instaladas em um eixo preso na placa de fixação 22 disposta no tubo reto 21. Assim, mesmo quando o fole 4 (fole de tubo principal) e o fole 8 (fole do tipo de pressão equilibrada) não estejam em uma linha reta, os seus empuxos de pressão interna podem ser equilibrados. A diferença em tamanho entre o tubo reto 21 que está termicamente expandido e o tensor 12A que não está termicamente expandido pode ser transmitida para o flange de suporte do tensor 11 por placas de came rotativas 25. No entanto, a placa de fixação 22 está fixa no tubo reto 21, e deve ser forte o suficiente para rece-

ber uma força de mudar a direção de um empuxo de pressão interna gerado pela pressão interna. De modo a manter a aplicação das fórmulas 2, 3, e 4, a placa de fixação 22 está isolada para suprimir a expansão térmica com relação à temperatura dentro do tubo reto 21, e o comprimento de LT02 deve ser mantido inalterado.

Uma porção de tubo reto do tubo reto 21 próximo do fole 4 está conectada na âncora 13. Esta porção de conexão é determinada como um local não movido por nenhuma força externa (ponto fixo). Como no exemplo mostrado na figura 1, a âncora 13 está fixa por uma estrutura de aço formada diretamente fixa em uma fundação de concreto na qual o equipamento 14 está instalado.

Assim, no sistema de tubulação, como no exemplo mostrado na figura 1, as forças de reação de mola dos foles podem ser canceladas ajustando os tamanhos das porções de tubo.

No exemplo mostrado na figura 2, o tamanho LT3 na fórmula 4 corresponde a $LT31 + LT32$: LT31 é um comprimento [milímetros] de uma porção de tubo do ponto fixo (âncora 13) para o eixo geométrico de rotação (centro da placa de came 25) da placa de fixação 22, e LT32 é o comprimento [milímetros] de um (centro da placa de came esquerda 25 mostrada na figura 2) dos eixos geométricos de rotação 25 da placa de fixação 22 próximo de segundo fole 8 para o terminal de conexão do segundo fole e do segundo membro de tubo 7. Em outras palavras, o tamanho LT31 e o tamanho LT32 podem ser determinados dividindo apropriadamente um resultado de cálculo do lado direito ($2 \cdot D1 / \alpha_{(t)} + 2 \cdot L1 + LT1 + LT2 - LT4$) da fórmula 4. Construindo o sistema de tubulação mostrado na figura 2 utilizando os tamanhos determinados LT31 e LT32, com relação ao deslocamento (somente em uma direção vertical) devido à expansão térmica do bocal de equipamento 6 causada por uma mudança de temperatura, o movimento do bocal de equipamento 6 pode ser cancelado, e a força de reação de mola do fole 4 neste momento pode ser cancelada. Este sistema de tubulação também tem uma estrutura de uma junta de expansão do tipo de fole de um tipo de pressão equilibrada, e com isto o empuxo de pressão interna gerado pela pressão

interna pode ser cancelado. Como um resultado, a força externa aplicada do sistema de tubulação sobre o bocal de equipamento pode ser reduzida tanto quanto possível.

Quando a distribuição de temperatura no sistema de tubulação é uniforme, e as constantes de mola do fole 4 e do fole 8 são iguais uma à outra, o tamanho de LT31 é calculado pela seguinte fórmula 6:

$$LT31=2 \cdot D1/\alpha_{(t)}+2 \cdot L1+LT1+LT2-LT4-LT32 \dots \text{fórmula 6}$$

Quando as porções de tubo não são iguais em temperatura ou material, mas diferentes em coeficientes de expansão térmica, o tamanho de LT31 é calculado pela seguinte fórmula 7 (calculada substituindo $\alpha_{(LT3, t)} \cdot LT3$ na fórmula 2a por $\alpha_{(LT31, t)} \cdot LT31 - \alpha_{(LT32, t)} \cdot LT32$):

$$LT31=(1+k_{(B1, t)}/k_{(B2, t)} \cdot (D1/\alpha_{(LT31, t)}+\alpha_{(L1, t)}/\alpha_{(LT31, t)} \cdot L1)+k_{(B1, t)}/k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT1, t)}/\alpha_{(LT31, t)} \cdot LT1+k_{(B1, t)}/k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT2, t)}/\alpha_{(LT31, t)} \cdot LT2-\alpha_{(LT4, t)}/\alpha_{(LT31, t)} \cdot LT4+k_{(B1, t)}/k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LB1, t)}/\alpha_{(LT31, t)} \cdot LB1-\alpha_{(LB2, t)}/\alpha_{(LT31, t)} \cdot LB2+1/k_{(B2, t)}/\alpha_{(LT31, t)} \cdot F-\alpha_{(LT32, t)}/\alpha_{(LT31, t)} \cdot LT3 \dots \text{fórmula 7}$$

Outro exemplo onde um tubo estende reto em uma direção vertical é um sistema de tubulação que inclui uma pluralidade de foles do tipo de pressão equilibrada mostrado na figura 3.

Polias e correntes podem ser utilizadas no lugar de placas de came 25 e tensores 12A e 12B. Todos os tensores podem ser substituídos por correntes, ou alguns tensores podem ser substituídos por correntes.

Referindo à figura 3, sobre uma superfície superior do tubo reto 21, a placa de suporte 23 está soldada para estender em uma direção perpendicular à direção de extensão do tubo reto 21. Dois tubos 7 estão fixos sobre uma superfície superior da placa de suporte 23, e dispostos em paralelo apertando o tubo reto 21. Cada tubo reto 7 comunica com o interior do tubo reto 7 através de cada condutor 24.

O tubo reto 9 está conectado em uma extremidade de cada tubo 7 oposta à placa de suporte 23 através do fole 8 (fole do tipo de pressão equilibrada) que é igual em área de seção transversal (a saber, força de reação de pressão interna igual) e em força de reação de mola de fole ao fole 4 na soma de dois locais de ambos os lados do tubo reto 21. Para descrever

mais especificamente para uma melhor compreensão, o fole único 8 tem uma área de seção transversal $1/2$ vezes maior do que aquela do fole 4, e com isto o seu diâmetro é maior $1/\sqrt{2}$ vezes (diâmetro de fole efetivo: diâmetro intermediário entre o fundo e o pico do fole). A constante de mola é maior

5 quase $1/\sqrt{2}$ vezes em proporção a este diâmetro quando as formas de seção transversal de fole são similares. Assim, ajustando a altura de fundo para pico do fole para ser maior, e determinando a constante de mola para ser maior $1/2$ vezes do que aquela do fole 4, o equilíbrio pode ser mantido com o fole 4 e o fole 8 em dois lugares. Os tubos retos 5 e 9 respectivamente inclu-

10 em os flanges de suporte de tensor 10 e 11. Os dois flanges de suporte de tensor 10 e 11 estão interconectados por uma pluralidade de tensores 12 disposta em intervalos iguais e iguais em comprimento. A porção de tubo reto do tubo reto 21 próximo do fole 4 está conectada na âncora 13. Esta porção de conexão é determinada como um local não movido por nenhuma

15 força externa (ponto fixo). Como no exemplo mostrado na figura 1, a âncora 13 está fixa por uma estrutura de aço formada diretamente fixa na fundação de concreto na qual o equipamento 14 está instalado.

Assim, no sistema de tubulação, pela utilização das fórmulas 6 e 7, as forças de reação de mola dos foles podem ser canceladas ajustando

20 os tamanhos das porções de tubo. Neste sistema de tubulação, não existe nenhuma placa de came do tipo de conexão similar àquela mostrada na figura 2, e com isto a força de atrito e a resistência são mais reduzidas.

No entanto, na figura 3, a comunicação é estabelecida com os tubos retos 7 e 9 através do condutor 24 relativamente menor no furo do que

25 o tubo reto 21, e a estrutura é fechada além dos tubos 7 e 9. Assim, o fluxo de fluidos internos para aqui. A estrutura fluente de calor conduzido do tubo reto 21 através do membro de tubo é menor do que aquelas mostradas nas figuras 1 e 2, e com isto é difícil manter as temperaturas iguais entre os tubos retos 7 e 9 e o tubo reto 21. Isto necessita a utilização de um valor de

30 um coeficiente de expansão térmica $\alpha_{(t)}$ diferente daquele do tubo reto 21. Por exemplo, quando as temperaturas dos tubos retos 7 e 9 e do fole 8 não são aumentadas, não causando nenhuma expansão térmica, $\alpha_{(LT32, t)}$, $\alpha_{(LB2, t)}$

e $\alpha_{(LT4, t)}$ tornam-se zero na fórmula 7. A fórmula consequentemente simplificada, e o tamanho de LT31 é calculado pela seguinte fórmula 8:

$$LT31 = (1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)}) \cdot (D1 / \alpha_{(LT31, t)} + \alpha_{(L1, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot L1) + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT1, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LT1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT2, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LT2 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LB1, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LB1 + 1 / k_{(B2, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot F \quad \dots \text{fórmula 8}$$

Quando os tubos retos 5 e 21 são iguais em temperatura, material, e coeficiente de expansão térmica $\alpha_{(L1, t)}$, $\alpha_{(LT1, t)}$, $\alpha_{(LT2, t)}$, e $\alpha_{(LT31, t)}$, são iguais. Assim, representativamente utilizando $\alpha_{(L1, t)}$, o tamanho de LT31 é calculado pela seguinte fórmula 9:

$$LT31 = (1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)}) \cdot (D1 / \alpha_{(L1, t)} + L1) + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot (LT1 + LT2) + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LB1, t)} / \alpha_{(L1, t)} \cdot LB1 + 1 / k_{(B2, t)} / \alpha_{(L1, t)} \cdot F \quad \dots \text{fórmula 9}$$

Apesar das figuras 1 a 3 não mostrarem nenhum suporte de suspensor, por exemplo, na figura 1, os pesos do tubo reto 5 e do flange de suporte do tensor 10 localizados abaixo do fole 4, do tubo reto 9 e do flange de suporte de tensor 11 localizados acima do fole do tipo de pressão equilibrada 8, e dos tensores 12 devem ser levantados por um suporte de mola (ou um suspensor de mola constante menor em flutuação de carga causada por movimento). O sistema de tubulação deve ser suportado na altura central do tubo quando utilizado para um tubo horizontal. A força de atrito e a resistência de operação devem reduzidas tanto quanto possível neste caso. Tal suporte de tubo não está mostrado para simplicidade.

A instalação de tal suspensor de mola constante necessita o exame de cargas iniciais do suspensor de mola constante. De acordo com a presente invenção, no entanto, os membros de tubo acima do fole 4 estão fixos pela âncora 13 para não serem movidos. Assim, as cargas levantadas pelo suspensor de mola constante para reduzir as cargas sobre o bocal de equipamento 6 estão limitadas aos tensores 12 e aos membros de tubo conectados pelos tensores. As cargas de tais tubos principais como o tubo de cotovelo 1 e o tubo reto 12, e os tubos conectados nos tubos principais são suportadas pela âncora 13. As cargas são consequentemente reduzidas mais grandemente do que aquelas quando o suspensor de mola constante levanta praticamente o sistema de tubulação inteiro no sistema de tubulação

do tipo convencional, e as cargas iniciais do suspensor de mola constante podem ser grandemente reduzidas. Como um resultado, mesmo quando um furo maior de um tubo é acompanhado por um aumento em cargas de tubo, as cargas sobre o bocal de equipamento podem ser reduzidas mais grandemente do que no sistema de tubulação convencional.

As modalidades exemplares da presente invenção foram descritas com referência aos desenhos acompanhantes. No entanto, a invenção não está limitada somente ao sistema de tubulação conectado no bocal de equipamento 6 que estende verticalmente (na direção vertical) como mostrado. O sistema de tubulação da presente invenção pode ser aplicado na direção de extensão do bocal de equipamento.

Apesar das modalidades preferidas da presente invenção terem sido descritas utilizando termos específicos, tal descrição é para propósitos ilustrativos somente, e deve ser compreendido que mudanças e variações podem ser feitas sem afastar do espírito ou do escopo das reivindicações seguintes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de tubulação que compreende:

uma junta de expansão do tipo de fole conectada em um bocal de equipamento de um equipamento;

5 um tubo principal;

um primeiro membro de tubo que está conectado no bocal de equipamento que estende do equipamento, e que está conectado em uma extremidade do tubo principal através de um primeiro fole;

10 um segundo membro de tubo que tem uma extremidade conectada a uma parte lateral do tubo principal;

um terceiro membro de tubo conectado na outra extremidade do segundo membro de tubo através de um segundo fole;

um primeiro membro de suporte de tensor (flange) fixo em uma circunferência externa do primeiro membro de tubo;

15 um segundo membro de suporte de tensor (flange) fixo em uma circunferência externa do terceiro membro de tubo;

tensores que mantêm uma distância fixa entre o primeiro membro de suporte de tensor; e

20 uma âncora disposta para determinar uma porção do tubo principal próximo do primeiro fole como um ponto fixo,

em que os comprimentos dos membros de tubo entre o primeiro membro de suporte de tensor e o segundo membro de suporte de tensor são determinados de modo que o primeiro fole contraia pela expansão térmica do bocal de equipamento, pela expansão térmica do primeiro membro de tubo, e pela expansão térmica do membro de tubo do tubo principal mais próximo do bocal de equipamento do que da âncora, e o segundo fole contraí para ser deslocado (quantidade de contração) igualmente ao primeiro fole por expansão térmica de todos os membros de tubo entre o primeiro e o segundo membros de suporte de tensor.

30 2. Sistema de tubulação de acordo com a reivindicação 1, em que a seguinte fórmula é satisfeita:

$$LT3=(1+k_{(B1, \ t)}/k_{(B2, \ t)})\cdot(D1/\alpha_{(LT3, \ t)}+\alpha_{(L1, \ t)}/\alpha_{(LT3, \ t)}\cdot L1)+k_{(B1, \ t)}/k_{(B2, \ t)}$$

$$t) \cdot \alpha_{(LT1, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LT1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT2, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LT2 - \alpha_{(LT4, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LT4 + 1 / k_{(B2, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot F + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LB1, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LB1 - \alpha_{(LB2, t)} / \alpha_{(LT3, t)} \cdot LB2$$

D1: quantidade de deslocamento [milímetros] causado por uma mudança de temperatura do bocal de equipamento

5 L1: comprimento [milímetros] de uma porção do primeiro membro de tubo de um terminal de conexão com o bocal de equipamento do primeiro membro de suporte de tensor

$\alpha_{(L1, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção do primeiro membro de tubo de um terminal de conexão com o bocal de equipamento para o primeiro membro de suporte de tensor

LT1: comprimento [milímetros] de uma porção do primeiro membro de tubo de uma extremidade do primeiro membro de suporte de tensor oposta ao lado de bocal de equipamento para o primeiro fole

15 $\alpha_{(LT1, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção do primeiro membro de tubo da extremidade do primeiro membro de suporte de tensor oposta ao lado de bocal de equipamento para o primeiro fole

20 LT2: comprimento [milímetros] de uma porção de tubo do tubo principal de um terminal de conexão do tubo principal com o primeiro fole para a âncora

$\alpha_{(LT2, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção de tubo do tubo principal de um terminal de conexão do tubo principal com o primeiro fole para a âncora

25 LT3: comprimento [milímetros] de uma porção de tubo da âncora para o segundo fole

$\alpha_{(LT3, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção de tubo da âncora para o segundo fole

30 LT4: comprimento [milímetros] de uma porção do terceiro membro de tubo de um terminal de conexão do terceiro membro de tubo reto com

o segundo fole para uma extremidade do segundo membro de suporte de tensor no lado do bocal de equipamento

5 $\alpha_{(LT4, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura de uma porção do terceiro membro de tubo do terminal de conexão do terceiro membro de tubo com o segundo fole para a extremidade do segundo membro de suporte de tensor no lado do bocal de equipamento

$k_{(B1, t)}$: constante de mola [N/mm] em uma certa temperatura do primeiro fole

10 $k_{(B2, t)}$: constante de mola [N/mm] em uma certa temperatura do segundo fole

$F[N]$: força de ajuste para levantar o sistema de tubulação.

3. Sistema de tubulação de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que o tubo principal é um tubo de cotovelo ou um ferro T.

15 4. Sistema de tubulação de acordo com a reivindicação 1, em que o tubo principal inclui um tubo reto.

5. Sistema de tubulação de acordo com a reivindicação 4, em que o segundo membro de tubo está conectado a uma face lateral do tubo principal oposta ao lado do bocal de equipamento da âncora, e estende em uma direção que tem um ângulo predeterminado para uma direção de extensão do tubo principal,

20

e os tensores estão dispostos tendo o ângulo pela utilização de uma placa de tensor e placas de came.

25 6. Sistema de tubulação de acordo com a reivindicação 5, em que a seguinte fórmula é satisfeita:

$$LT31 = (1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)}) \cdot (D1 / \alpha_{(LT31, t)} + \alpha_{(L1, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot L1) + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT1, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LT1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT2, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LT2 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LB1, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LB1 + 1 / k_{(B2, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot F$$

30 $D1$: quantidade de deslocamento [milímetros] causado por uma mudança de temperatura do bocal de equipamento

$L1$: comprimento [milímetros] da porção do primeiro membro de tubo do terminal de conexão com o bocal de equipamento para o primeiro

membro de suporte de tensor

$\alpha_{(L1, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção do primeiro membro de tubo do terminal de conexão com o bocal de equipamento para o primeiro

5 membro de suporte de tensor

LT1: comprimento [milímetros] da porção do primeiro membro de tubo da extremidade do primeiro membro de suporte de tensor oposta ao lado de bocal de equipamento para o primeiro fole

$\alpha_{(LT1, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção do primeiro membro de tubo da extremidade do primeiro membro de suporte de tensor oposta ao lado de bocal de equipamento para o primeiro fole

LT2: comprimento [milímetros] da porção de tubo do tubo principal do terminal de conexão do tubo principal com o primeiro fole para a âncora

$\alpha_{(LT2, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção de tubo do tubo principal do terminal de conexão do tubo principal com o primeiro fole para a âncora

20 LT31: comprimento [milímetros] de uma porção da âncora para um eixo geométrico de rotação disposto na placa de tensor, a porção sendo incluída na porção de tubo da âncora para o segundo fole

$\alpha_{(LT31, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção da âncora para o eixo geométrico de rotação disposto na placa de tensor, a porção sendo incluída na porção de tubo da âncora para o segundo fole

25 LT32: comprimento [milímetros] de uma porção, de um eixo geométrico de rotação disposto na placa de tensor e mais próximo do segundo fole, para o terminal de conexão do segundo fole com o segundo membro de tubo, a porção sendo incluída na porção de tubo da âncora para o segundo fole

30 $\alpha_{(LT32, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma tempera-

tura normal muda para uma certa temperatura da porção, do eixo geométrico de rotação disposto na placa de tensor e mais próximo do segundo fole, para o terminal de conexão do segundo fole com o segundo membro de tubo, a porção sendo incluída na porção de tubo da âncora para o segundo fole

5 LT4: comprimento [milímetros] da porção do terceiro membro de tubo do terminal de conexão do terceiro membro de tubo com o segundo fole para a extremidade do segundo membro de suporte de tensor no lado do bocal de equipamento

10 $\alpha_{(LT4, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção do terceiro membro de tubo do terminal de conexão do terceiro membro de tubo com o segundo fole para a extremidade do segundo membro de suporte de tensor no lado do bocal de equipamento

15 $k_{(B1, t)}$: constante de mola [N/mm] em uma certa temperatura do primeiro fole

$k_{(B2, t)}$: constante de mola [N/mm] em uma certa temperatura do segundo fole

$F[N]$: força de ajuste para levantar o sistema de tubulação.

20 7. Sistema de tubulação de acordo com a reivindicação 5 ou 6, em que polias e correntes são utilizadas no lugar das placas de came e de alguns ou todos os tensores.

25 8. Sistema de tubulação de acordo com a reivindicação 4, ainda compreendendo uma placa de suporte que está fixa na face lateral do tubo principal e estende em uma direção perpendicular à direção de extensão do tubo principal,

em que a dita uma extremidade do segundo membro de tubo está conectada em um lado da placa de suporte oposto ao lado do bocal de equipamento, pelo menos os ditos dois segundos membros de tubo estão dispostos paralelos um ao outro no tubo principal, e a soma total de áreas em um diâmetro efetivo do segundo fole é igual a uma área em um diâmetro efetivo do primeiro fole.

9. Sistema de tubulação de acordo com a reivindicação 8, em

que a seguinte fórmula é satisfeita:

$$LT31 = (1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)}) \cdot (D1 / \alpha_{(LT31, t)} + \alpha_{(L1, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot L1) + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT1, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LT1 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT2, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LT2 - \alpha_{(LT4, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LT4 + k_{(B1, t)} / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LB1, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LB1 - \alpha_{(LB2, t)} / \alpha_{(LT31, t)} \cdot LB2 + 1 / k_{(B2, t)} \cdot \alpha_{(LT31, t)} \cdot F - \alpha_{(LT32, t)} \cdot LT32$$

D1: quantidade de deslocamento [milímetros] causado por uma mudança de temperatura do bocal de equipamento

L1: comprimento [milímetros] da porção do primeiro membro de tubo do terminal de conexão com o bocal de equipamento para o primeiro membro de suporte de tensor

$\alpha_{(L1, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção do primeiro membro de tubo do terminal de conexão com o bocal de equipamento para o primeiro membro de suporte de tensor

LT1: comprimento [milímetros] da porção do primeiro membro de tubo da extremidade do primeiro membro de suporte de tensor oposta ao lado de bocal de equipamento para o primeiro fole

$\alpha_{(LT1, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção do primeiro membro de tubo da extremidade do primeiro membro de suporte de tensor oposta ao lado de bocal de equipamento para o primeiro fole

LT2: comprimento [milímetros] da porção de tubo do tubo principal do terminal de conexão do tubo principal com o primeiro fole para a âncora

$\alpha_{(LT2, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção de tubo do tubo principal do terminal de conexão do tubo principal com o primeiro fole para a âncora

LT31: comprimento [milímetros] de uma porção da âncora para um membro de suporte para fixar o segundo membro de tubo no tubo principal, a porção sendo incluída na porção de tubo da âncora para o segundo fole

$\alpha_{(LT31, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção da âncora para o membro de suporte para fixar o segundo membro de tubo no tubo principal, a porção sendo incluída na porção de tubo da âncora para o segundo fole

5 LT32: comprimento [milímetros] de uma porção, do membro de suporte para fixar o segundo membro de tubo no tubo principal, para o segundo fole, a porção sendo incluída na porção de tubo da âncora para o segundo fole

10 $\alpha_{(LT32, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura da porção, do membro de suporte para fixar o segundo membro de tubo no tubo principal, para o segundo fole, a porção sendo incluída na porção de tubo da âncora para o segundo fole

15 LT4: comprimento [milímetros] da porção do terceiro membro de tubo do terminal de conexão do terceiro membro de tubo com o segundo fole para a extremidade do segundo membro de suporte de tensor no lado do bocal de equipamento

20 $\alpha_{(LT4, t)}$: coeficiente de expansão térmica quando uma temperatura normal muda para uma certa temperatura do terceiro membro de tubo do terminal de conexão do terceiro membro de tubo com o segundo fole para a extremidade do segundo membro de suporte de tensor no lado do bocal de equipamento

$k_{(B1, t)}$: constante de mola [N/mm] em uma certa temperatura do primeiro fole

25 $k_{(B2, t)}$: constante de mola [N/mm] em uma certa temperatura do segundo fole

$F[N]$: força de ajuste para levantar o sistema de tubulação.

Fig.1

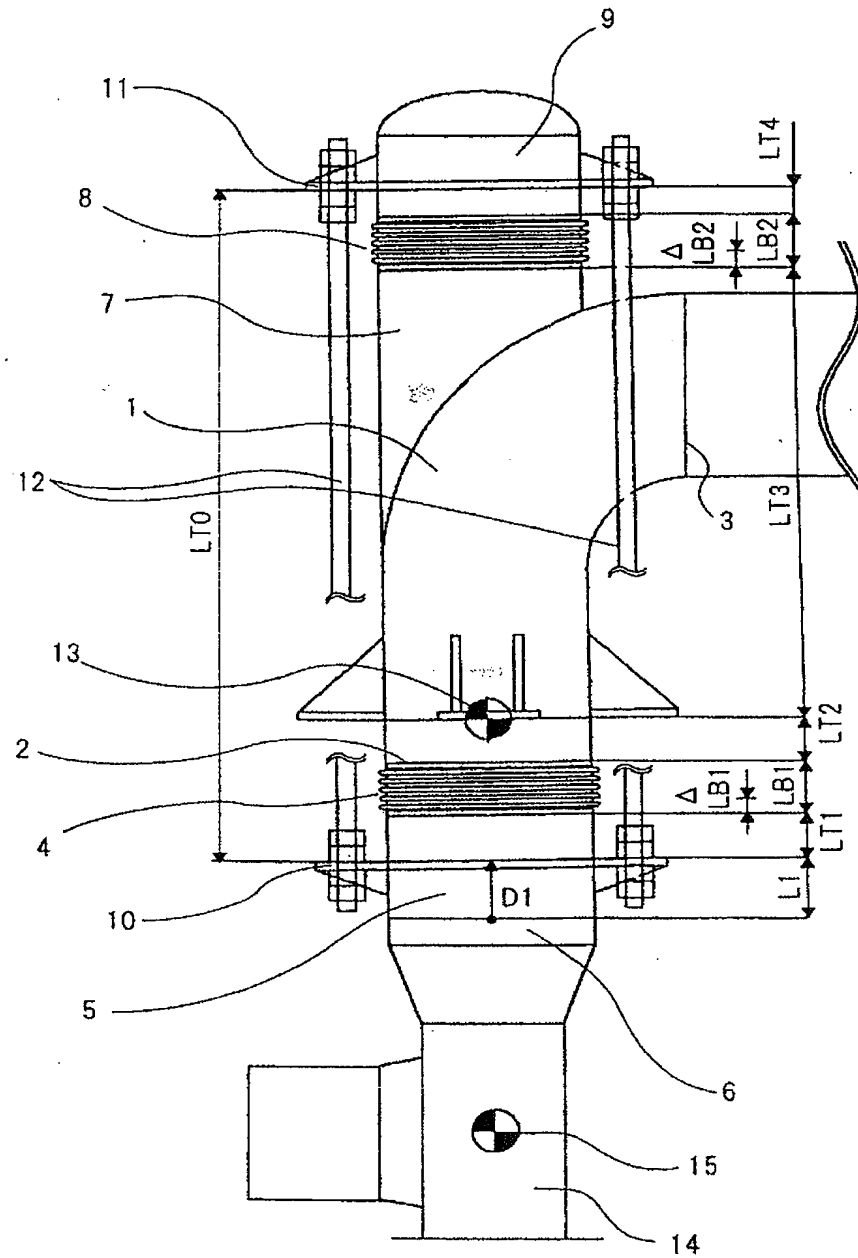


Fig.2

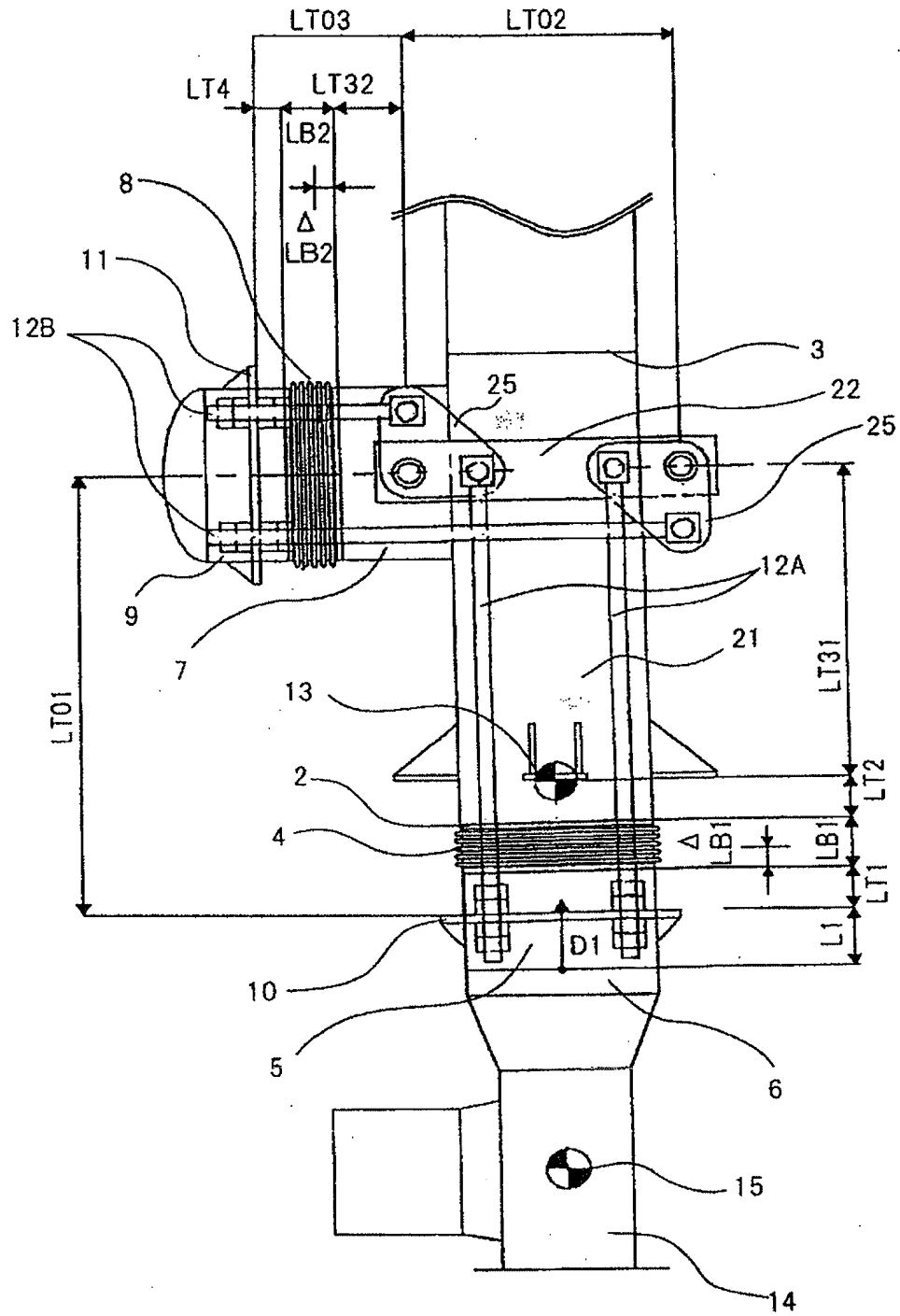
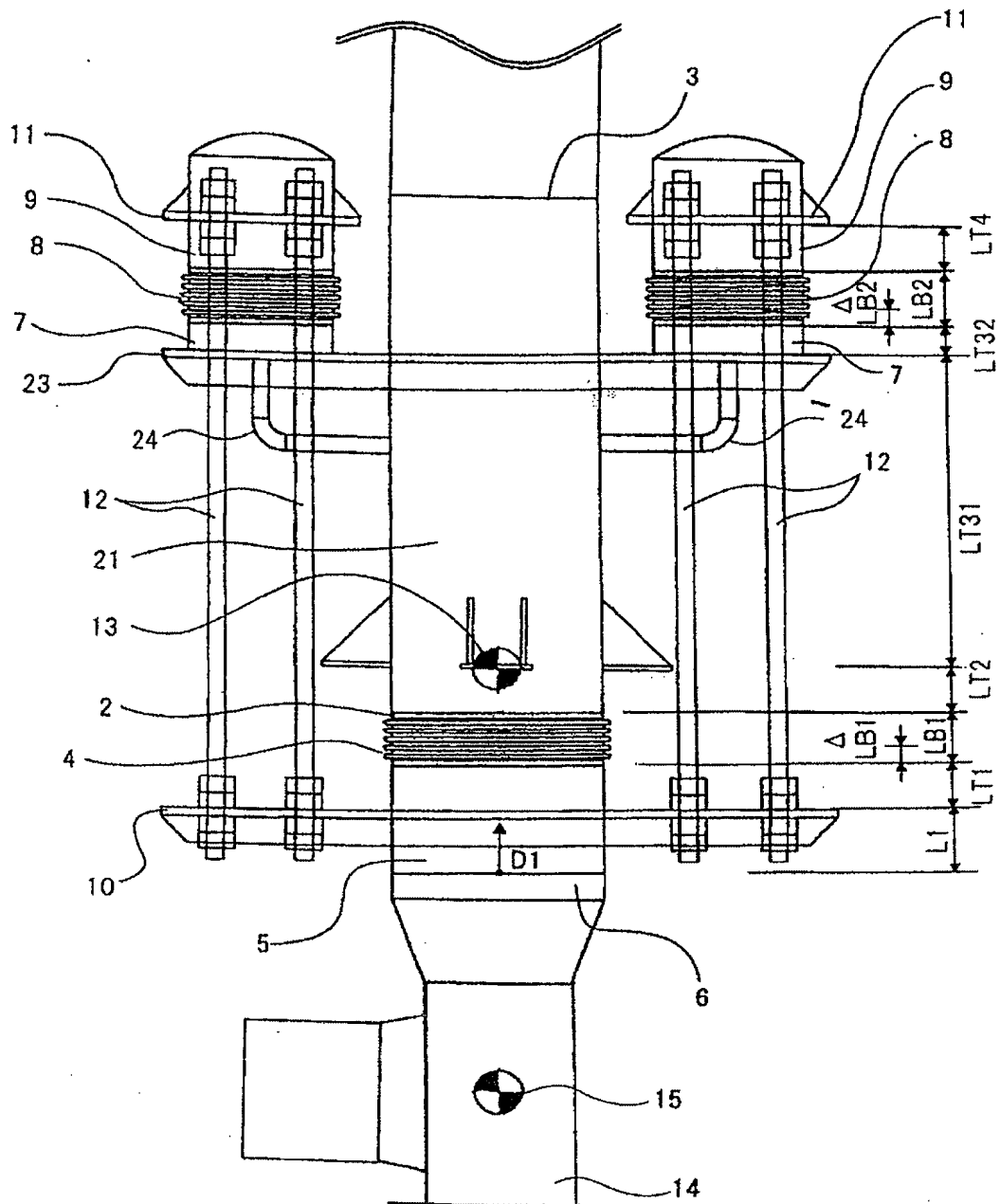


Fig.3



RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA DE TUBULAÇÃO"**.

A presente invenção refere-se a um sistema de tubulação que inclui: um primeiro membro de tubo conectado no bocal de equipamento, e
5 conectado em um terminal de entrada do tubo principal através de um primeiro fole; um segundo membro de tubo que tem uma extremidade conectada em uma parte lateral do tubo principal; um terceiro membro de tubo conectado na outra extremidade do segundo membro de tubo através de um segundo fole; um primeiro e um segundo membros de suporte de tensor fixos no primeiro e no terceiro membros de tubo; tensores que interconectam
10 o primeiro e o segundo membros de suporte de tensor; e uma âncora que determina uma porção do tubo principal próximo do primeiro fole como um ponto fixo. Os comprimentos dos membros de tubo entre o primeiro e o segundo membros de suporte de tensor são determinados de modo que o primeiro fole contraia pela expansão térmica do bocal de equipamento, do primeiro membro de tubo, e do membro de tubo do tubo principal abaixo da âncora, e o segundo fole contrai por uma quantidade igual àquela do primeiro fole por expansão térmica de todos os membros de tubo entre o primeiro
15 e o segundo membros de suporte de tensor.