



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

(11) PI 0706483-7 B1



(22) Data do Depósito: 05/07/2007

(45) Data de Concessão: 02/07/2019

(54) Título: MÉTODO DE FURAÇÃO E ROLAMENTO PARA TUBOS SEM EMENDAS

(51) Int.Cl.: B21B 19/04; B21B 27/02.

(30) Prioridade Unionista: 21/05/2007 JP 2007-134335.

(73) Titular(es): NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION.

(72) Inventor(es): TOMIO YAMAKAWA; KAZUHIRO SHIMODA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2007063499 de 05/07/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/142803 de 27/11/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/07/2008

(57) Resumo: MÉTODO DE FURAÇÃO E ROLAMENTO E APARELHO DE FURAÇÃO E ROLAMENTO PARA TUBOS SEM EMENDAS. A presente invenção refere-se a um método e aparelho para tubos sem emendas nos quais pode ser impedida a ocorrência de descarnação de material mesmo quando aumentados o ângulo de inclinação e aprofundamento de expansão de tubo. Um método de furação - rolamento para tubos sem emendas usando um furador, que provido de um par de rolos principais em forma de cone e um par de rolos de disco, cada par estando disposto em uma maneira oposta com uma linha de passagem entre os mesmos como um eixo geométrico central, e um plugue cujo eixo geométrico central coincide com a linha de passagem, onde um lingote a ser furado e rolado é avançado ao mesmo tempo em que é girado espiralmente por uma rotação de acionamento dos rolos principais; o método do qual é caracterizado em cada rolo de disco estando disposto em um estado inclinado em um ângulo de inclinação fixo para a linha de passagem.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO DE FURAÇÃO E ROLAMENTO PARA TUBOS SEM EMENDAS**".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um método de rolamento de furação e aparelho usando um furador adotado pelo processo de fabricação de tubo Mannesmann que é um processo típico para a fabricação de tubos sem emendas.

Antecedentes da Técnica

10 Geralmente, na fabricação de tubos de acordo com o processo de fabricação de tubo Mannesmann, um lingote (lingote de aço cilíndrico) é primeiro furado por meio de um furador para formar uma concha oca, que é então alongada, e rolada em um diâmetro constante e posteriormente sujeitada a uma etapa de processamento para produzir um tubo sem emendas. O furador está em uma fresa de rolamento inclinada, na qual os
15 rolos principais, cujos eixos geométricos estão inclinados com relação à linha de passagem do lingote a ser rolado, são usados em associação com um plugue.

O furador para desenvolver o processo de fabricação de tubo Mannesmann geralmente compreende um par de rolos principais que estão
20 dispostos em uma maneira oposta com uma linha de passagem, um plugue para a ferramenta de regulagem de superfície interna que está disposto ao longo da linha de passagem, e sapatas guia ou rolos de disco para os membros guia de concha que estão dispostos em uma maneira oposta com a linha de passagem.

25 A Figura 1 ilustra uma disposição exemplificativa dos rolos principais em uma fresa de rolamento de furação inclinada. A Figura 2 é uma vista em corte transversal ao longo da linha V-V na Figura 1. A Figura 3 é uma vista da fresa de rolamento de furação inclinada conforme vista a partir da face de saída.

30 Conforme ilustrado na Figura 1, os rolos principais em forma de cone 1R, 1L são dotados de um ângulo de superfície de face de saída α e estão dispostos em uma simetria axial com seus eixos geométricos cada

talão com o centro de passagem m no ângulo de talão Y.

Adicionalmente, conforme ilustrado na Figura 2, o rolo principal 1L está disposto para formar um ângulo de alimentação B. O outro rolo 1R (não ilustrado) também está disposto em um ângulo de alimentação B, e cada rolo está em uma posição de inclinação. O ângulo de talão Y e o ângulo de alimentação B para esses rolos principais 1R, 1L são definidos com relação ao centro da garganta entre os rolos principais 1R, 1L ilustrados na Figura 3. O plugue 7 está disposto entre os rolos principais 1,1 e a ponta do mesmo está posicionada na adjacência do centro da garganta formada pelos rolos principais 1,1.

Os rolos principais 1R, 1L estão respectivamente conectados às fontes de força de acionamento 3, 3 por via dos eixos de acionamento 2, 2. Por meio desse dispositivo, os rolos principais 1,1 são girados em volta do seu respectivo eixo geométrico na direção ilustrada na Figura 3, por exemplo. Conforme ilustrado na Figura 1, os rolos principais 1R, 1L estão em posições torcidas mutuamente devido ao ajuste do ângulo de alimentação B. Quando os rolos principais 1R, 1L são girados na direção indicada pelas setas nas figuras, o lingote 6 é inserido entre os rolos principais e o furador ao mesmo tempo em que é girado na mesma direção dos ponteiros do relógio, conforme observado a partir da face de saída, em volta do centro de passagem m. Dessa maneira, o lingote é furado e rolado pelos rolos principais 1R, 1L e o plugue 7 para fornecer uma concha oca 9.

Durante a furação dessa maneira, o lingote oscila para cima e para baixo devido às forças de pressão exercidas pelos rolos principais 1R, 1L. A fim de suprimir essa oscilação, um par de placas de disco está disposto acima e abaixo dos rolos principais 1R, 1L.

A Figura 4 ilustra uma disposição exemplificativa dos rolos principais e dos rolos de disco em uma fresa de rolamento de furação inclinada. Os rolos de disco 10 estão simetricamente dispostos acima e abaixo dos rolos principais 1R, 1L na adjacência dos mesmos em uma maneira imprensando o lingote 6 e são girados em volta dos eixos de rolo de disco respectivos 12. Esses rolos de disco 10 são girados juntamente o avanço do lingote

e suprimem a oscilação do lingote 6 de maneira que o rolamento possa continuar homogeneamente.

Contudo, os rolos principais 1R, 1L são dotados de um ângulo de superfície de face de saída α , conforme ilustrado na Figura 1, e é também dotado de um ângulo de talão Y para o centro de passagem m , de maneira que haja fendas G, G entre os rolos de disco 10 e os rolos principais 1, conforme ilustrado na Figura 4. Quando o lingote 6 gira e avança ao longo do centro de passagem m , a concha oca em contato com as superfícies dos rolos de disco 10 pode ser extrudada através das fendas G, G .

A Figura 5 ilustra um movimento da concha oca formada na face de saída de rolo a partir a garganta entre os rolos principais. A saliência do diâmetro externo do lingote na face onde é preso pelo rolo principal 1R se torna maior do que a saliência do diâmetro externo do lingote na face onde deixa o outro rolo principal 1L. Com relação à Figura 6, na qual os rolos de disco estão ilustrados, a saliência da parte (parte B na figura) onde o lingote é preso pelo rolo principal 1R é maior do que a saliência na parte (parte A na figura) onde o lingote deixa o rolo principal 1L, mas as saliências são reduzidas pelo par de rolos de disco 10U, 110D dispostos acima e abaixo do lingote.

Em um processo de rolamento de furação comum onde a proporção de expansão de tubo, uma proporção do diâmetro externo do lingote após furação para o diâmetro externo do lingote antes da furação, [diâmetro externo do lingote após a furação/diâmetro externo do lingote antes da furação], é 1,0 a 1,05, portanto, a saliência do diâmetro externo do lingote na parte B ilustrado na Figura 6 não causa nenhum problema. Contudo, quando é realizado o processo de rolamento de furação em uma proporção de expansão de tubo mais alta, a extensão circular da concha oca formada na face de saída do rolo principal se torna maior, de maneira que a saliência na seção ilustrada na Figura 6 aumenta e o ângulo de retenção \emptyset pelo rolo principal 1L também aumenta. Como um resultado, no momento de vazamento do lingote quando a força de acionamento da direção de rolamento se torna menor em uma furação e estado de rolamento instável, o lingote não

gira mais e ocorre a obstrução da alheta, de maneira que a extremidade da concha oca mostra uma forma elipsoidal e causa um problema de formação de defeitos de marca de sapata na superfície externa da concha oca.

5 O Documento de Patente 1 abaixo propõe meios para resolver tais problemas.

A Figura 7 é uma vista plana esquemática ilustrando a disposição dos rolos principais e dos rolos de disco. O rolo principal 1R está disposto na face direita na direção da saída do lingote 6 e o rolo principal 1L na face esquerda, com seus eixos geométricos em posições mutuamente
10 torcidas. O rolo principal 1R está inclinado para cima na face de entrada e para baixo na face de saída, e o rolo principal 1L está inclinado na maneira oposta.

O rolo de disco 10U está disposto acima do lingote 6, e o disco de rolo 10D está disposto simetricamente abaixo do lingote 6. O rolo de disco 10U está disposto de maneira que a face de saída do mesmo, com o centro do rolo de disco como um eixo geométrico, pode estar mais próximo ao rolo principal 1R e paralelo à superfície da face externa do rolo principal 1R.
15 O rolo de disco 10D está disposto de maneira que a face de saída do mesmo possa estar mais próxima ao rolo principal 1L e paralela à face de saída do rolo principal 1L. O rolo de disco 10U forma um ângulo de inclinação de rolo de disco δ para o centro de passagem m, e o rolo de disco 10D do mesmo modo forma um ângulo de inclinação de rolo de disco δ .
20

Quando os rolos principais 1R, 1L são girados na direção indicada pelas setas na figura, o lingote 6 é rolado ao mesmo tempo em gira no sentido da direção dos ponteiros do relógio visto a partir da face de saída.
25 Nessa ocasião, o lingote é guiado pelos rolos de disco 10U, 10D de maneira que o mesmo possa ser levantado pelos rolos principais 1R, 1L em um ângulo de retenção menor \emptyset e, portanto o lingote é impedido de ser pego, de acordo com a descrição.

30 Portanto, é proposto que a tecnologia de prevenção de lingote durante o rolamento a partir da saliência pelo provimento de um mecanismo de inclinação para variar o ângulo a fim de dispor os rolos de disco substan-

cialmente paralelos ao ângulo de superfície externa dos rolos principais e um mecanismo de movimento para ajustar as fendas entre os rolos principais e os rolos de disco substancialmente para zero.

Adicionalmente, o Documento de Patente 2 abaixo propõe que
5 um par de rolos principais em forma de cone sendo dotados de um ângulo de superfície de entrada e um ângulo de superfície de saída e um par de rolos de disco sendo dotados de um mecanismo de variação de ângulo de inclinação esteja disposto alternadamente em volta da linha de passagem e um tubo de metal sem emenda fabricado pela furação e rolamento seja rea-
10 lizado em um ângulo de inclinação que o ângulo de inclinação dos rolos de disco e o ângulo de superfície de entrada e o ângulo de superfície de saída satisfaçam uma relação específica. A obstrução da alheta ou defeitos da superfície externa podem ser impedidos por meio disso mesmo no caso da furação e do rolamento em uma proporção de expansão de tubo aumentada
15 de 1,15 ou mais alta.

[Documento de Patente 1] Publicação não Examinada da Patente Japonesa Nº S63-90306.

[Documento de Patente 2] Publicação não Examinada da Patente Japonesa Nº H05-124612.

20 Descrição da Invenção

Problema a ser Resolvido pela Invenção

Contudo, as tecnologias descritas nos Documentos de Patente 1 e 2 acima, apresentam o seguinte problema:

Quando a furação e o rolamento são realizados sob um aumen-
25 to na proporção de expansão de tubo, pode ocorrer a descamação do material e a concha oca furada e rolada pode apresentar desvio na espessura da parede.

Em vista do estado da técnica acima comentado, é um objetivo da presente invenção proporcionar um método e aparelho de fabricação pa-
30 ra um tubo sem emendas pela furação e rolamento, por meio dos quais possa ser impedida a descamação do material e o desvio na espessura da concha oca furada e rolada.

Meios para Solucionar o Problema

A presente invenção realizou investigações com relação a causa da descamação do material durante a furação e rolamento em proporções de expansão de tubo aumentadas e um método de impedir a mesma, como
5 um resultado, foram obtidas as descobertas de (a) a (g).

Todos os rolos de disco inclinados anteriores que estão dispostos em volta da linha de passagem são dotados de rigidez baixa nos dispositivos de sustentação e, portanto, mesmo quando o rolo principal 1L e o rolo de disco 10U estão dispostos com uma fenda estreita G entre os mesmos,
10 conforme ilustrado na Figura 8 pelas linhas contínuas, a força da furação e do rolamento na direção da rotação do material é exercida no rolo de disco. Foi descoberto que a posição dos eixos de rolo de disco muda para a posição ilustrada pelas linhas tracejadas e a fenda G se amplia.

Foi descoberto que a fenda G entre o rolo principal e o rolo de disco se amplia, parte do lingote entra nessa fenda ampliada G e provoca a descamação do material.
15

Foi também descoberto que quando a rigidez do dispositivo de sustentação de rolo de disco é aumentada de maneira que mesmo quando a força da direção da rotação do lingote é exercida no rolo de disco, o rolo de disco não pode mudar da posição ajustada. Portanto, o rolo de disco pode ser fixado na posição ilustrada na Figura 8 pelas linhas contínuas, e torna-se possível realizar a furação e o rolamento e ao mesmo tempo manter a fenda G entre o rolo principal 1R e o rolo de disco 10U em um nível constante e isso impede a ocorrência da descamação do material. Foi também descoberto
20 que a supressão da mudança do rolo de disco da posição ajustada até um determinado ponto, mesmo quando a posição do rolo de disco não possa ser completamente fixada, pode impedir a descamação do material.
25

Foi descoberto que o motivo pelo qual todos os rolos de disco inclinados anteriores estão dispostos em volta da linha de passagem são dotados de uma rigidez baixa nos dispositivo de sustentação é devido aquele mecanismo de rotação R proporcionado para variar o ângulo de inclinação de rolo de disco δ , conforme ilustrado na Figura 9. Foi também descoberto
30

que quando tal mecanismo de rotação R não é usado, a rigidez do dispositivo de sustentação de rolo de disco pode ser aumentada.

Foi descoberto que a fixação do ângulo de inclinação de rolo de disco δ é eficaz a fim de aumentar a rigidez do dispositivo de rolo de disco, conforme ilustrado na Figura 10. Aqui, o rolo de disco 10U é girado com relação a uma junta universal 12U, e o ângulo de inclinação δ é fixado em uma posição inclinada por meio dos calços de rolo 21R, 21L pelos suportes de calço 22R, 22L. O ângulo de inclinação δ pode ser ajustado e fixado em um ângulo de inclinação δ prescrito.

Com relação à forma do rolo de disco, conforme ilustrado na Figura 10, é preferida uma forma de disco sendo dotada de uma parte inferior de ranhura curva em volta da periferia. A forma do disco é preferivelmente de maneira que uma parte central seja relativamente espessa e a parte periférica em volta da parte central seja relativamente fina.

A ocorrência de descamação do material pode ser impedida pela fixação de um ângulo de inclinação δ que é o ângulo da disposição inclinada do rolo de disco 10 com relação à linha de passagem, conforme anteriormente mencionado. Contudo, quando o valor da espessura média Dw_1 do rolo de disco 10 for estreita com relação ao diâmetro externo do lingote 6, existe a possibilidade de que o rolo de disco 10 possa ser inclinado na direção da rotação do lingote 6; nesse caso, a fenda G entre o rolo principal 1 e o rolo de disco 10 pode possivelmente se ampliar.

Portanto, para impedir mais confiavelmente a ocorrência de descamação do lingote rolado, a proporção do valor de espessura média Dw_1 do rolo de disco para o diâmetro de lingote d é preferivelmente aumentada até um determinado ponto. Com base nessa descoberta e várias outras investigações e experimentos, foi descoberto que pode ser impedida mais confiavelmente a ocorrência de descamação do lingote rolado quando a é reparada a desigualdade que se segue (1):

$$Dw_1/d > 0,8 \dots\dots\dots \text{desigualdade} \quad (1)$$

onde Dw_1 e d são, respectivamente, uma espessura média do rolo de disco e um diâmetro externo do lingote a ser furado e rolado, ao mesmo tempo em

que a espessura média do rolo de disco é uma espessura média do corpo em forma de disco excluindo a parte de ranhura curva periférica.

Em investigações adicionais na busca de um método de prevenção da ocorrência de descamação ao mesmo tempo em que se está atento ao rolo de disco, foi descoberto que o problema de desvio de espessura, a saber, a deformação da parte de grossa espiral na superfície do lingote furado e rolado, pode ser resolvido simultaneamente.

Como um resultado de exame na causa da ocorrência do desvio de espessura de parede, foi descoberto que o que provoca o desvio de espessura de parede é o que se segue:

A área inferior do lingote, durante a furação e o rolamento, forma uma longa concha oca na extensão circular. A concha oca oscila e gira e, adicionalmente, o rolo de disco entra em contato com a concha oca durante a formação pela redução do diâmetro externo da concha oca, resultando que a espessura de parede da concha oca é localmente aumentada.

E, foi também obtida a descoberta que se segue:

Quando a distância D_s entre as partes inferiores de ranhura periférica correspondente ao menor diâmetro do rolo de disco, a largura Dw_2 da parte de superfície curva na superfície periférica do rolo de disco, e o diâmetro externo d do lingote a ser furado e rolado, são selecionados a fim de reparar as desigualdades que se seguem (2) e (3), pode ser impedida a ocorrência de tal desvio de espessura de parede.

$$9 \leq D_s/d \leq 16 \dots\dots \text{desigualdade} \quad (2)$$

$$Dw_2/d > 0,8 \dots\dots \text{desigualdade} \quad (3)$$

onde D_s é a distância entre as partes inferiores da ranhura periférica correspondente ao diâmetro menor do rolo de disco, Dw_2 é uma largura da parte de superfície curva na superfície periférica do rolo de disco, e d é um diâmetro externo do lingote a ser furado e rolado.

O que é prescrito pelo limite inferior na desigualdade (2) acima e o que é prescrito pela desigualdade (3) acima são fatores necessários, a fim de impedir uma rotação oscilante da concha oca na ocasião da formação da longa concha oca na extensão circular pela furação e rolamento da parte

inferior do lingote e manter a quantidade reduzindo o diâmetro externo da concha oca e aumentando localmente a espessura da parede da concha oca dentro de uma variação a ser corrigida por meio do plugue e dos rolos principais. E, o que é prescrito pelo limite superior na desigualdade (2) acima é um fator necessário a fim de manter a quantidade reduzindo o diâmetro externo da concha oca e aumentando localmente a espessura da parede da concha oca dentro de uma variação a ser corrigida por meio do plugue e dos rolos principais quando os rolos de discos temporariamente restringem a concha oca durante a formação na direção do avanço do lingote.

10 A presente invenção foi completada com base nas descobertas que se seguem. O ponto principal é um método de rolamento - furação para tubos sem emendas conforme especificado abaixo de (4) a (6).

Um método de furação e rolamento para tubos sem emendas usando um aparelho de furação e rolamento que é proporcionado com um par de rolos principais em forma de cone e um par de rolos de disco, cada par estando disposto em uma maneira oposta com uma linha de passagem entre os mesmos como um eixo geométrico central, e um plugue cujo eixo geométrico central coincide com a linha de passagem, onde um lingote a ser furado e rolado é avançado ao mesmo tempo em que é girado espiralmente por uma rotação de acionamento dos rolos principais; o método do qual é caracterizado pelo fato de que cada rolo de disco está disposto em um estado inclinado em um ângulo de inclinação fixo δ para a linha de passagem.

O método de furação e rolamento para tubos sem emendas de acordo com (1) acima, sendo caracterizado pelo fato de que a espessura média Dw_1 do rolo de disco e um diâmetro externo d do lingote a ser furado e rolado repara a seguinte desigualdade (1):

$$Dw_1/d > 0,8 \dots\dots \text{desigualdade} \quad (1)$$

onde Dw_1 e d são, respectivamente, a espessura média do rolo de disco e um diâmetro externo do lingote a ser furado e rolado, ao mesmo tempo em que a espessura média do rolo de disco é a espessura média do corpo em forma de disco excluindo a parte de ranhura curva periférica.

O método de furação e rolamento para tubos sem emendas de

acordo com (1) ou (2) acima, sendo caracterizado pelo fato de que a distância D_s entre as partes inferiores da ranhura periférica correspondente ao diâmetro menor do rolo de disco, uma largura Dw_2 da parte de superfície curva na superfície periférica do rolo de disco, e um diâmetro externo d do lingote a ser furado e rolado, são selecionados de maneira a reparar as desigualdades (2) e (3) que se seguem:

$$9 \leq D_s/d \leq 16 \text{desigualdade} \quad (2)$$

$$Dw_2/d > 0,8 \text{desigualdade} \quad (3)$$

onde D_s é uma distância entre as partes inferiores de ranhura periférica correspondente ao diâmetro menor do rolo de disco, Dw_2 é uma largura da parte de superfície curva na superfície periférica do rolo de disco, e d é um diâmetro externo do lingote a ser furado e rolado.

Um aparelho de furação e rolamento para tubos sem emendas que é proporcionado com um par de rolos principais em forma de cone e um par de discos de rolo, cada par disposto de maneira oposta com uma linha de passagem entre os mesmos como um eixo geométrico central, e um plugue cujo eixo geométrico central coincide com a linha de passagem, onde um lingote a ser furado e rolado é avançado ao mesmo tempo em que é girado espiralmente por uma rotação de acionamento dos rolos principais; o aparelho de que é caracterizado em cada rolo de disco estando disposto em um estado inclinado em um ângulo de inclinação fixo δ para a linha de passagem.

O aparelho de furação e rolamento para tubos sem emendas de acordo com (4) acima, sendo caracterizado pelo fato de que a espessura média Dw_1 do rolo de disco e um diâmetro externo d do lingote a ser furado e rolado repara a desigualdade (1) que se segue:

$$Dw_1/d > 0,8 \text{desigualdade} \quad (1)$$

onde Dw_1 e d são, respectivamente, uma espessura média do rolo de disco e um diâmetro externo do lingote a ser furado e rolado, ao mesmo tempo em que a espessura média do rolo de disco é uma espessura média do corpo em forma de disco excluindo a parte de ranhura curva periférica.

O aparelho de furação e rolamento para tubos sem emendas de

acordo com (4) ou (5) acima, sendo caracterizado pelo fato de que a distância D_s entre as partes inferiores da ranhura periférica correspondente ao diâmetro externo menor do rolo de disco, uma largura Dw_2 da parte de superfície curva na superfície periférica do rolo de disco, e um diâmetro externo d do lingote a ser furado e rolado, são selecionados de maneira a reparar as desigualdades (2) e (3) que se seguem:

$$9 \leq D_s/d \leq 16 \dots\dots \text{desigualdade} \quad (2)$$

$$Dw_2/d > 0,8 \dots\dots \text{desigualdade} \quad (3)$$

onde D_s é uma distância entre as partes inferiores de ranhura periférica correspondente ao diâmetro menor do rolo de disco, Dw_2 é uma largura da parte de superfície curva na superfície periférica do rolo de disco, e d é um diâmetro externo do lingote a ser furado e rolado.

Resultado da Invenção

De acordo com a invenção, a ocorrência de descamação do material pode ser impedida ao mesmo tempo em que pode ser impedido o desvio da espessura de parede na concha oca furada e rolada na fabricação de tubos sem emendas pela furação e rolamento uniforme quando é aumentada a proporção de expansão do tubo.

Melhores Modos para Realizar a Invenção

Com relação aos desenhos, a presente invenção está ilustrada mais especificamente no modo em que se segue.

Exemplo 1

A Figura 11 é uma elevação esquemática de um aparelho de furação - rolamento de acordo com a invenção com cada disco de rolo fornecido um ângulo de inclinação δ , conforme visto a partir da face de saída do mesmo.

Primeiro, os rolos principais em forma de cone 1R, 1L estão dispostos em simetria axial cada um em um ângulo de alimentação B com seu eixo geométrico formando adicionalmente um ângulo de talão Y com relação ao centro de passagem m, similar aos métodos convencionais e aparelho descrito acima. Os rolos principais em forma de cone 1R, 1L são dotados de ângulo de superfície de saída α . Cada um dos rolos de disco 10U, 10D é

dotado de diâmetros de borda direita e esquerda diferentes e os mesmos estão dispostos de maneira a prender o lingote 6 durante a furação a partir de cima e a partir de baixo. O rolo de disco 10U está disposto acima do lingote 6 com a borda de diâmetro maior voltada para a face do rolo principal 1R, e o rolo de disco 10D abaixo do lingote 6 com a borda de diâmetro maior voltada para a face do rolo principal 1L, a saber com cada borda de diâmetro maior estando situada contra a corrente da direção da rotação do lingote 6 e cada borda de diâmetro menor a jusante da direção de rotação. Quando a disposição dos rolos de disco é selecionada a partir do ponto de vista do diâmetro de borda, conforme mencionado acima, é produzido o efeito de impedir o material de extrusão em locais tanto contra corrente quanto a jusante na direção da rotação. O plano A é um plano incluído o centro de passagem m para o material de tubo e o centro de garganta entre os rolos inclinados antes de ajustar o ângulo de alimentação B.

Os rolos de disco 10U, 10D são dotados de uma inclinação de maneira de a face de saída dos mesmos possa estar ao longo do rolo principal 1R na face de material de saída ao mesmo tempo em que os eixo geométrico do disco de rolo são mantidos horizontalmente, mais especificamente paralelos ao plano A, com seus centros e eixos geométricos. Esse ângulo δ é um ângulo de inclinação do rolo de disco. Como um resultado, os eixos geométricos rotacionais dos rolos de disco 10U, 10D não estão em um estado cruzando o centro de passagem m em um ângulo reto.

O rolo de disco 10U é girado com relação a uma junta universal 12, conforme ilustrado na Figura 10, e o ângulo de inclinação δ está fixado em um estado inclinado por meio dos calços de rolo 21R, 21L sustentados pelos membros de sustentação de calços 22R, 22L.

Quando os rolos principais são girados na direção indicada pelas setas na Figura 11, o lingote 6 a ser furado e rolado ao mesmo tempo em que gira na direção dos ponteiros do relógio com O como o centro conforme visto a partir da face de saída. E, o lingote 6 é furado por meio do plugue 7 (conforme a Figura 1) para formar uma concha oca 9 (conforme a Figura 1) ao mesmo tempo em que por exemplo, pressionado por ambos os lados na

garganta entre os rolos principais 1R, 1L.

Foi feito um exame quanto ao limite da ocorrência de descamação pela realização verdadeiramente da furação e rolamento usando um aparelho de furação - rolamento de acordo com a invenção, no qual os rolos de discos foram dispostos em um estado inclinado com o ângulo de inclinação δ fixo. Os resultados desse exame são agora descritos. As condições de operação foram conforme ilustrado abaixo e os resultados foram conforme ilustrado na Tabela 1. Com relação ao ângulo de inclinação δ , cada ângulo de inclinação δ correspondente a cada proporção de expansão de tubo foi ajustado e fixado cada vez antes da realização da furação e do rolamento. Os resultados obtidos também estão ilustrados na Tabela 1, para comparação com a furação e rolamento verdadeiramente realizados usando um aparelho convencional, no qual o ângulo de inclinação δ era variável (0° a 9°) por meio do mecanismo de rotação.

15 Condições de Operação

Lingote: material fundido continuamente (aço 0,2% C), 65 mm de diâmetro

Proporção de expansão de tubo: 1,0 a 1,4

20 Proporção (t/d) espessura de parede de concha oca t para o diâmetro externo d : 2,5 para 6,0%

Diâmetro de garganta de rolo: 410 mm

Ângulo de alimentação de rolo B: $10,0^\circ$

Ângulo de talão de rolo Y: $15,0^\circ$

25 Ângulo de superfície de face de entrada de rolo: $3,0^\circ$

Ângulo de superfície de face de saída de rolo α : $4,0^\circ$

Diâmetro de rolo de disco: 1150 mm

Tabela.1

Proporção de Expansão de Tubo	1,0		1,0		1,2		1,3		1,4	
	Variável	Fixo	Variável	Fixo	Variável	Fixo	Variável	Fixo	Variável	Fixo
6,0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,5%	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,0%	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
4,5%	-	-	X	0	0	0	0	0	0	0
4,0%	-	-	X	X	X	0	0	0	0	0
3,5%	-	-	-	-	X	X	0	0	0	0
3,0%	-	-	-	-	-	-	X	X	X	0
2,5%	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X

o: Nenhuma ocorrência de descamação

x: Ocorrência de descamação

-: Não foram realizados furação e rolamento.

A tabela 1 ilustra os resultados obtidos pela realização da furação e rolamento de dois lingotes sob as respectivas condições; a marca O indica que não ocorreu nenhuma descamação nos dois turnos, e a marca X indica que ocorreu descamação pelo menos em um dos dois turnos. A marca - indica que a furação e o rolamento não foram realizados.

De acordo com a invenção, os rolos de disco dispostos em um estado inclinado com o ângulo de inclinação δ fixo resultou em menor descamação do que os rolos de disco com o ângulo de inclinação δ variável por meio de um mecanismo de rotação comparativo. A invenção progrediu, sem descamação, na produção de conchas ocas com uma proporção de concha menor t/d do que a comparação em qualquer proporção de expansão de tubo, onde t é uma espessura de parede e d é um diâmetro externo da concha. Portanto, de acordo com a invenção, os resultados indicam que o método e aparelho de furação - rolamento pode produzir tubos sem emendas de parede mais fina sem a ocorrência de descamação.

Os resultados nesse exemplo foram obtidos usando um modelo de fresa de furação - rolamento sob as condições de operação fornecidas acima. As fresas atuais geralmente requerem um ângulo de talão de rolo Y de 10 a 30%, um diâmetro de lingote de 150 a 380 mm, um diâmetro de rolo de 900 a 1500 mm, e um diâmetro de rolo de disco de 1500 a 3500 mm. E, dimensões respectivas apropriadas são selecionadas do ponto de vista da estabilidade na furação e rolamento e uma redução do mordente cortante de carga nos lingotes.

Exemplo 2

Dentre algumas proporções de concha t/d de cada proporção de expansão de tubo que são exibidas na Tabela 1 na qual as conchas ocas sucessivamente sem descamação foram produzidas, experimentos adicionais foram executados pelo modelo de fresa furação - rolamento cujos rolos de disco foram dispostos em um estado inclinado com o ângulo de inclinação δ fixo e cujos valores ajustados foram os mesmos conforme fornecidos acima, a fim de examinar a correlação entre o parâmetro Dw_1/d e a ocorrência de descamação. Aqui, Dw_1 e d são, respectivamente, uma espessura

média do rolo de disco e um diâmetro externo do lingote a ser furado e rola-
do, ao mesmo tempo em que a espessura média do rolo de disco é uma es-
pessura média de um corpo em forma de disco excluindo a parte de ranhura
curva periférica. Os resultados estão ilustrados na Tabela 2.

5

Tabela 2

Dw _{1/d}		0,7	0,8	0,85	0,9	1,0	1,1
Proporção de expansão de tubo	Proporção de concha t/d(%)						
1,0	6,0	o	o	oo	oo	oo	oo
	5,5	o	o	oo	oo	oo	oo
1,1	6,0	o	o	oo	oo	oo	oo
	4,5	o	o	oo	oo	oo	oo
1,2	6,0	o	o	oo	oo	oo	oo
	4,0	o	o	oo	oo	oo	oo
1,3	6,0	o	o	oo	oo	oo	oo
	3,5	o	o	oo	oo	oo	oo
1,4	6,0	o	o	oo	oo	oo	oo
	3,0	o	o	oo	oo	oo	oo

o: Pelo menos um de 10 lingotes furados mostrou descamação

oo: Nenhum dos 10 lingotes furados mostrou descamação.

Na tabela 2, a marca 'O' indica que pelo menos um dos 10 lingo-
tes furados mostrou descamação, e a marca 'OO' indica que nenhum dos 10
10 lingotes furados mostrou descamação. Como um resultado, foi revelado que
no caso dos rolos de disco estando dispostos em um estado inclinado com o
ângulo de inclinação δ fixo, a frequência da ocorrência de descamação se
tornou muito baixa quando a proporção Dw_{1/d} estava em excesso de 0,8.
Isso indica que o excesso Dw_{1/d} resulta na marcação de uma parede fina de
15 tubos sem emendas pela furação e rolamento devido à supressão notada-
mente da descamação.

Exemplo 3

Ademais, com relação aos valores de Dw_1/d de 0,85 e 1,0 de dentro a condição sob a qual os resultados experimentais foram avaliados como 'OO' no exame de descamação ilustrado na Tabela 2, a saber os resultados experimentais não mostraram a ocorrência de qualquer descamação dos 10 lingotes furados, foram feitos experimentos adicionais a fim de examinar a correlação entre o parâmetro Ds/d e a ocorrência de desvio de espessura de parede, e também a correlação entre o parâmetro Dw_2/d e a ocorrência de desvio de espessura de parede. Aqui, Ds é uma distância entre as partes inferiores de ranhura periférica correspondente ao diâmetro menor do rolo de disco, Dw_2 é uma largura da parte de superfície curva na superfície periférica do rolo de disco, e d é um diâmetro externo do lingote a ser furado e rolado. Os efeitos para impedir o desvio da espessura de parede estão ilustrados na Tabela 3 em termos de A a C.

15

Tabela 3

Ds/d	Dw ₂ /d				
	0,80	0,82	0,84	0,87	0,90
17	C	C	B	B	A
16	B	A	A	A	A
14	B	A	A	A	A
12	C	A	A	A	A
9	C	A	A	A	A
8	C	C	C	C	B

Os desvios da espessura de parede são avaliados para os graus que se seguem de acordo com a média do desvio de espessura de parede (%) na variação de 300 mm finais da concha oca:

Grau A: Não mais alto do que 5%

20

Grau B: Mais alto do que 5% mas não mais alto do que 7%

Grau C: Mais alto do que 7%

A Tabela 3 ilustra avaliações dos desvios de espessura de parede, que são definidos pelos graus que se seguem de acordo com a média

um desvio de espessura de parede (%) na variação final de 300 mm da concha oca:

Grau A: Não mais alto do que 5%

Grau B: Mais alto do que 5% mas não mais alto do que 7%

5 Grau C: Mais alto do que 7%

Aqui, a média de desvio de espessura de parede (%) na variação final de 300 mm da concha oca foi obtida da seguinte maneira:

10 Para cada total de 30 seções transversais em intervalos de 10 mm na direção do comprimento da parte final 300 mm de cada concha oca, foram medidas as espessuras de parede em oito pontos na direção circular e o desvio de espessura de parede (%) foi calculado de acordo com a fórmula fornecida abaixo e foi calculada a média do desvio de espessura de parede assim obtida (%) para 30 partes.

15 Percentual de desvio de espessura de parede
= (espessura de parede máxima dentre 8 pontos - espessura de parede mínima dentre 8 pontos)/(média de espessura de parede de 8 pontos) x 100%.

20 Como resultado, foi revelado que quando os rolos de disco estão dispostos no estado inclinado com o ângulo de inclinação δ fixo e ao mesmo tempo $D_s/d = 9$ para 16 e D_{w_2}/d está em excesso de 0,8, o desvio de espessura de parede é muito pequeno. Portanto, os resultados mostram que quando D_{w_1}/d está em excesso de 0,8, $D_s/d = 9$ para 16 e $D_{w_2}/2$ está em excesso de 0,8, os tubos sem costura de parede fina podem ser fabricados pela furação e rolamento ao mesmo tempo em que impedem satisfatoriamente a ocorrência de descamação e a ocorrência de desvio de espessura de parede.

Aplicabilidade Industrial

30 São proporcionados um método e um aparelho para furar e rolar de acordo com o qual pode ser impedida a ocorrência de descamação do material e pode ser impedido o desvio de espessura de parede na concha oca furada e rolada durante a fabricação dos tubos sem emendas pela furação e rolamento uniformes quando é aumentada a proporção de expansão

de tubo.

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 ilustra uma disposição exemplificativa de rolos principais em uma fresa de furação - rolamento.

5 A Figura 2 ilustra um corte transversal ao longo da linha V-V na Figura 1.

A Figura 3 ilustra uma vista da fresa de furação e rolamento ilustrada na Figura 1 conforme vista a partir da face de saída.

10 A Figura 4 ilustra uma disposição exemplificativa de rolos principais e de rolos de disco em uma fresa de furação e rolamento.

A Figura 5 ilustra, em aumento, a deformação do material durante a furação a partir da garganta entre os rolos principais para a face de saída de rolo na furação e no rolamento.

15 A Figura 6 é uma ilustração esquemática da supressão da expansão do diâmetro do material pelos rolos de disco.

A Figura 7 ilustra uma disposição exemplificativa de rolos principais e de rolos de disco em uma fresa de furação e rolamento.

A Figura 8 é uma ilustração esquemática da ampliação da fenda G entre um rolo principal 1L e um rolo de disco 10U.

20 A Figura 9 ilustra um mecanismo de rotação R para reproduzir o ângulo de inclinação de rolo de disco δ variável.

A Figura 10 ilustra um exemplo no qual o ângulo de inclinação de rolo de disco δ é fixo de acordo com esta invenção.

25 A Figura 11 ilustra um exemplo de fresa de furação e rolamento de acordo com esta invenção.

Listagem de Referências

1R, 1L - Rolos principais

6 - Lingote

7 - Plugue

30 9 - Concha oca

10, 10U, 10D - Rolos de disco

12U - Junta universal

- 21R, 21L - Calços de rolo
22R, 22L - Suportes de calço
A - Ângulo de superfície de face de saída de rolo principal
B - Ângulo de alimentação de rolo principal
- 5 Y - Ângulo de talão de rolo principal
 δ - Ângulo de inclinação de rolo de disco
k - Ângulo de alimentação de rolo de disco
 \emptyset - Ângulo de tomada
A - Plano incluindo o ponto Q e centro de passagem m
- 10 D_s - Distância de parte inferior de ranhura para parte inferior de ranhura correspondente a um diâmetro mínimo em cada rolo de disco
D_{w₁} - Espessura de média de rolo de disco
D_{w₂} - Largura de parte curva na superfície periférica de cada rolo de disco
G - Fenda de face de saída entre rolo principal e rolo de disco
- 15 H - Concha oca
M - Centro de passagem
Q - Centro de garganta de rolo principal antes do ajuste do ângulo de alimentação do rolo principal B
R - Mecanismo de Rotação
- 20 D - Diâmetro externo de lingote

REIVINDICAÇÕES

1. Método de furação e rolamento para tubos sem emendas usando um aparelho de furação e rolamento que é provido de um par de rolos principais em forma de cone e de um par de rolos de disco, cada par estando
5 disposto em uma maneira oposta com uma linha de passagem entre os mesmos como um eixo geométrico central, e um plugue cujo eixo geométrico central coincide com a linha de passagem, onde um lingote a ser furado e rolado é avançado ao mesmo tempo em que é girado espiralmente por uma rotação de acionamento dos rolos principais; sendo que cada rolo de disco
10 está disposto em um estado inclinado em um ângulo de inclinação fixo δ para a linha de passagem,

caracterizado pelo fato de que a espessura média Dw_1 do rolo de disco e um diâmetro externo d do lingote a ser furado e rolado repara a seguinte desigualdade (1):

$$15 \quad Dw_1/d > 0,8 \dots\dots \text{desigualdade} \quad (1)$$

sendo que Dw_1 e d são, respectivamente, a espessura média do rolo de disco e um diâmetro externo do lingote a ser furado e rolado, ao mesmo tempo em que a espessura média do rolo de disco é a espessura média de um corpo em forma de disco excluindo uma parte de ranhura curva periférica do rolo de disco.

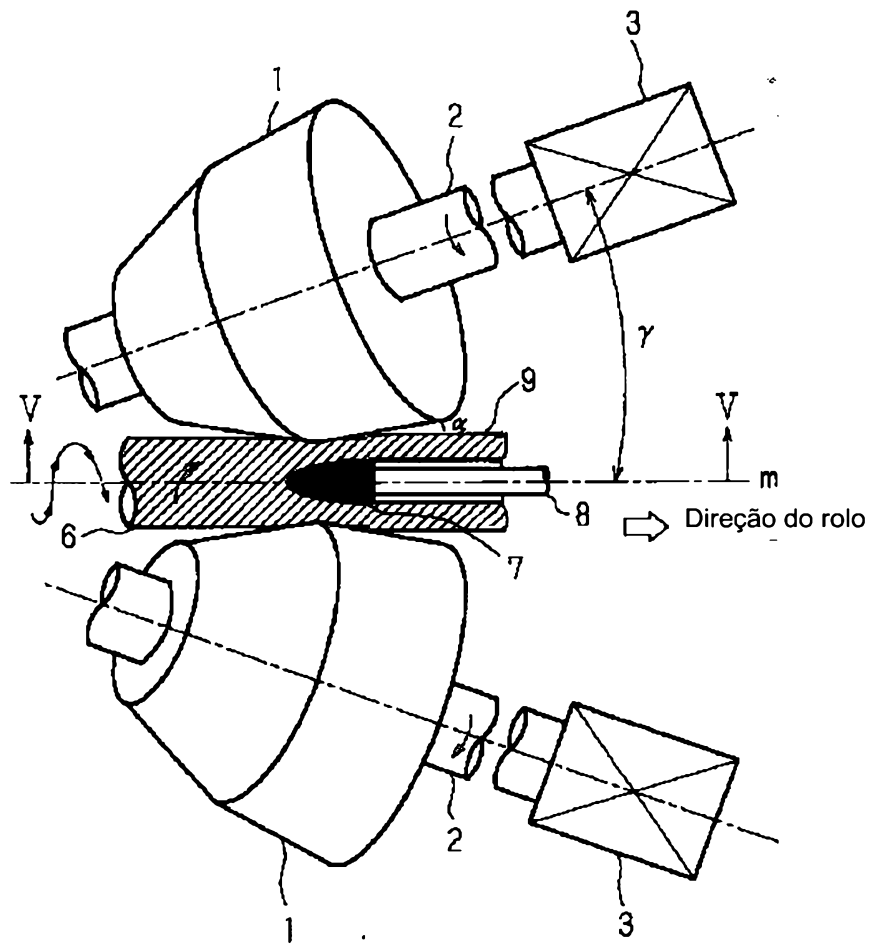
20 2. Método de furação e rolamento para tubos sem emendas, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a distância D_s entre as partes inferiores da ranhura periférica correspondente ao diâmetro menor do rolo de disco, uma largura Dw_2 de uma parte de superfície curva em uma superfície periférica do rolo de disco, e um diâmetro externo d do lingote
25 a ser furado e rolado, são selecionados de maneira a reparar as desigualdades (2) e (3) que se seguem:

$$9 \leq D_s/d \leq 16 \dots\dots \text{desigualdade} \quad (2)$$

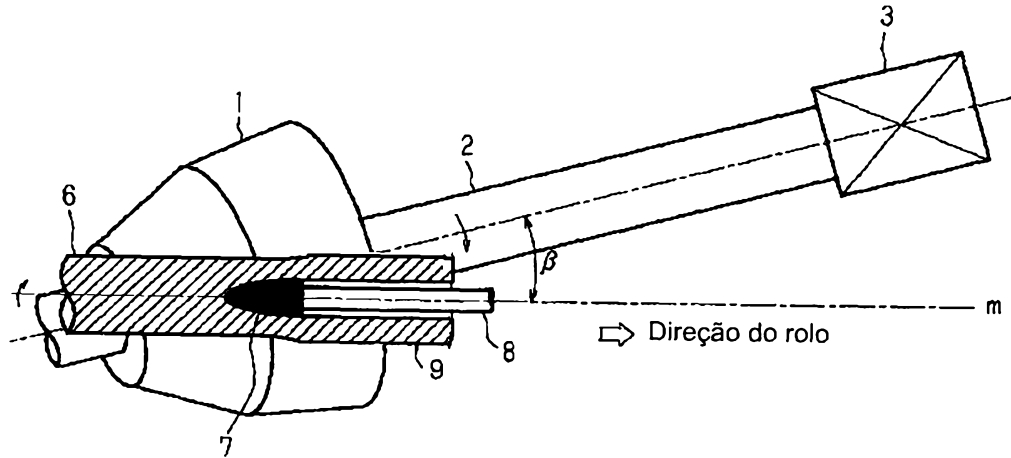
$$Dw_2/d > 0,8 \dots\dots \text{desigualdade} \quad (3)$$

sendo que D_s é uma distância entre as partes inferiores de ranhura periférica correspondente ao diâmetro menor do rolo de disco, Dw_2 é uma largura da
30 parte de superfície curva na superfície periférica do rolo de disco, e d é um diâmetro externo do lingote a ser furado e rolado.

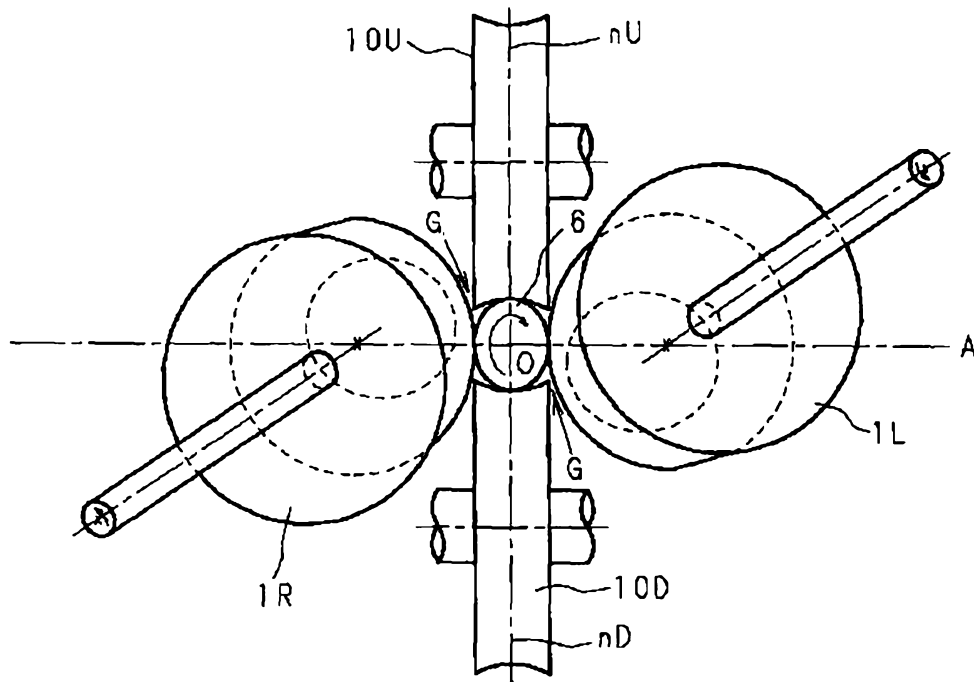
[Fig. 1]



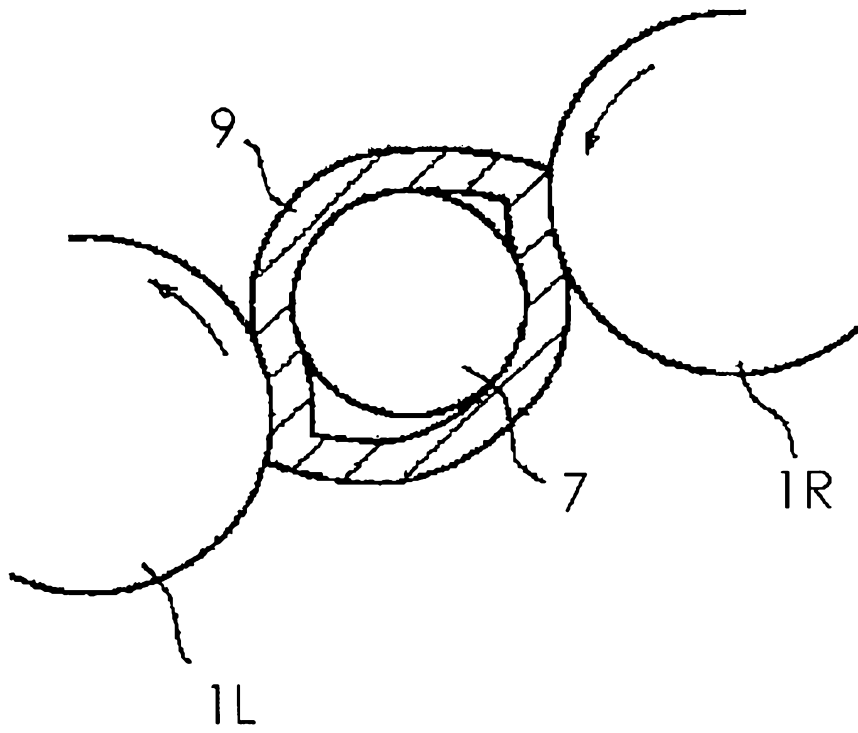
[Fig. 2]



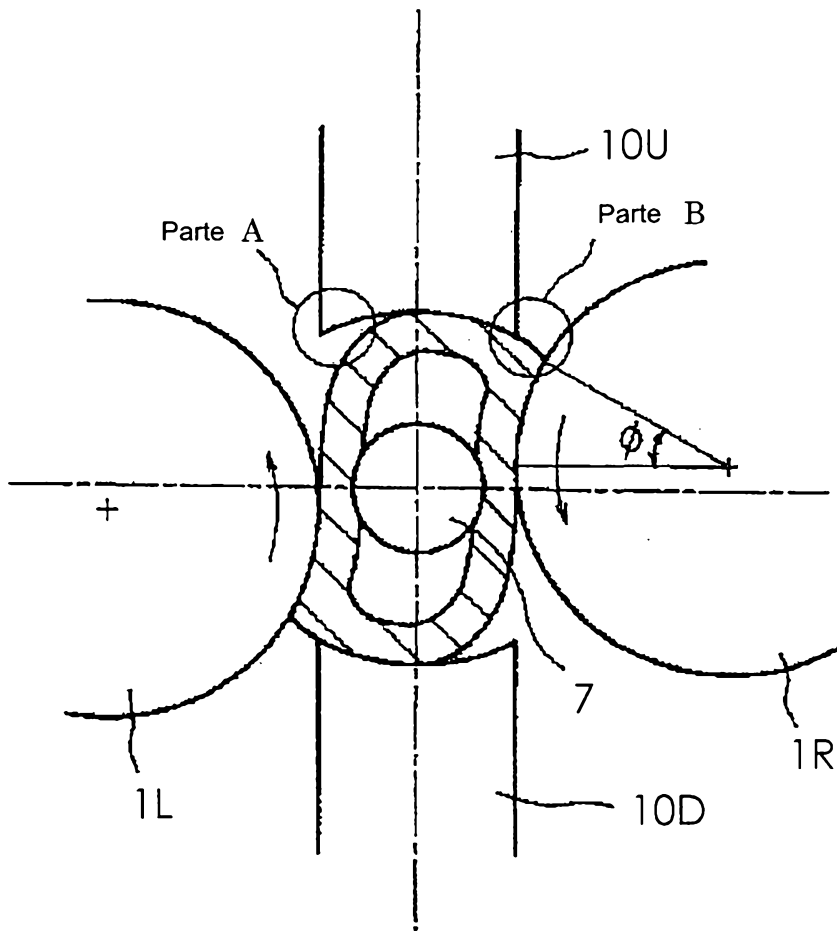
[Fig. 3]



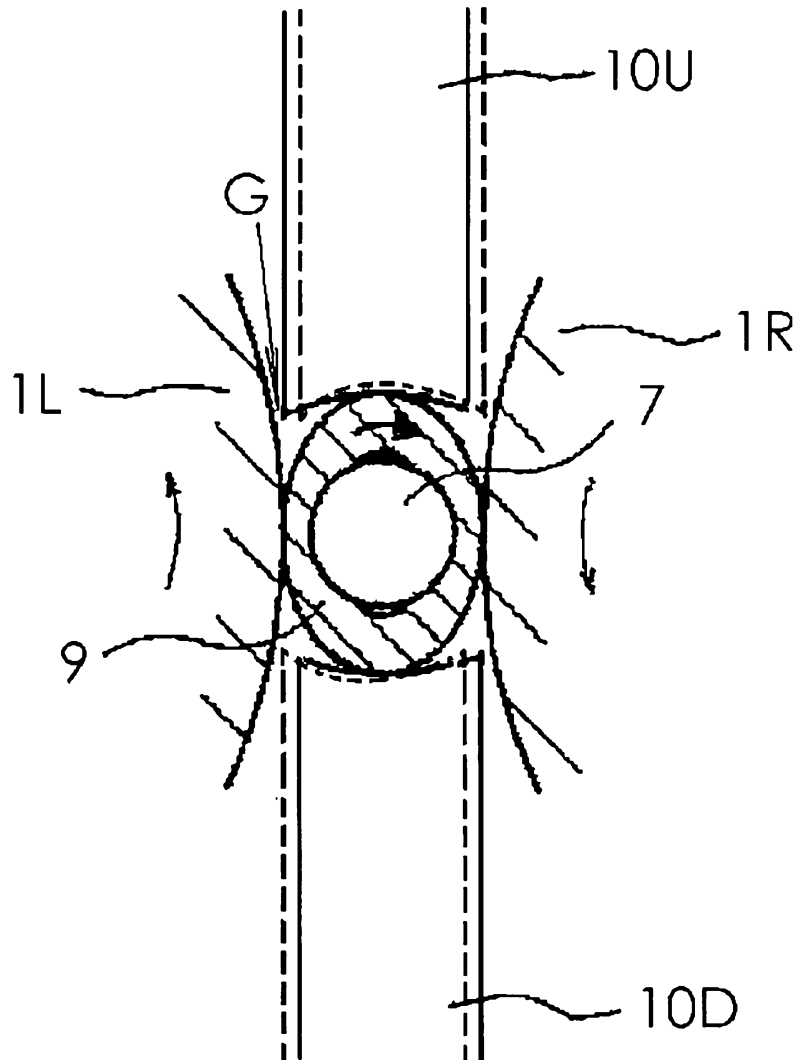
[Fig. 5]



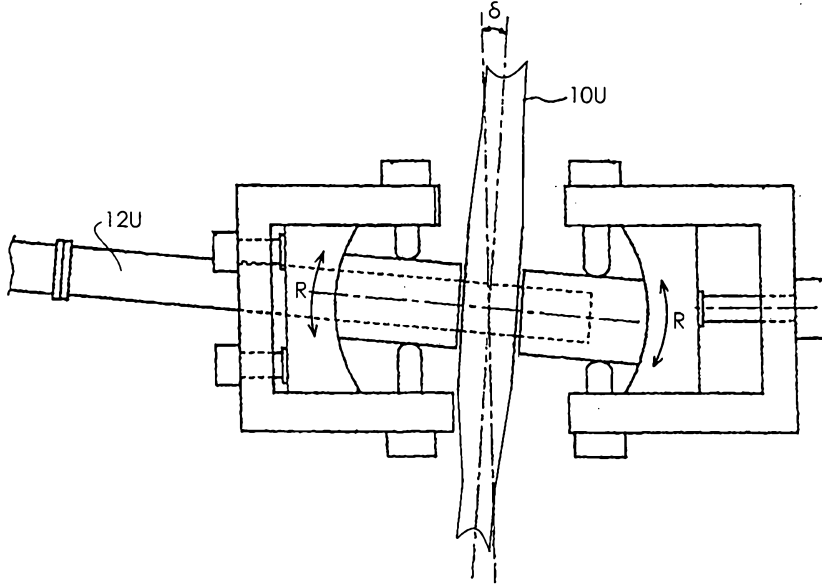
[Fig. 6]



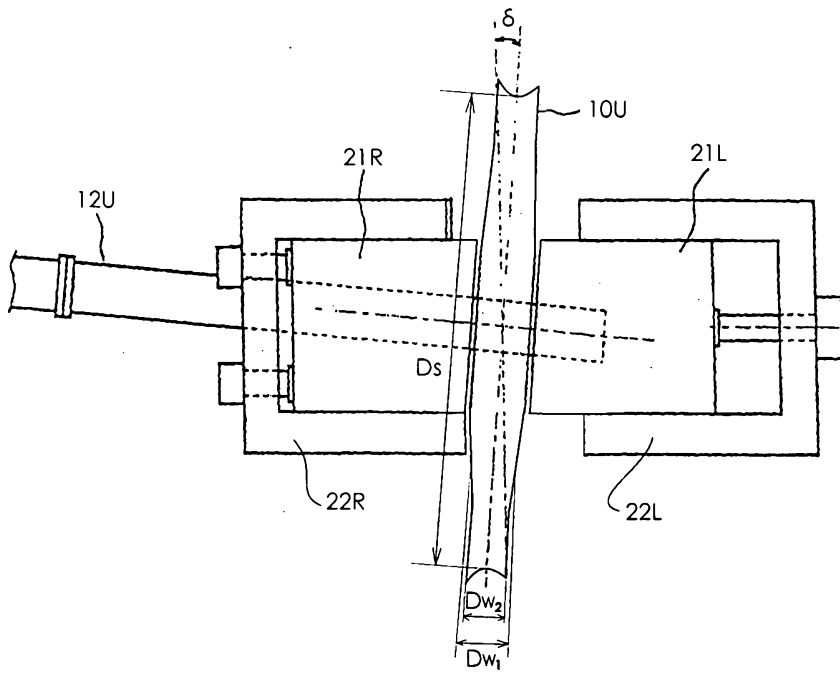
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]

