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

(11) BR 112012000950-8 B1

(22) Data do Depósito: 14/07/2010

(45) Data de Concessão: 07/01/2020

(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAR UM MEMBRO CURVADO

(51) Int.Cl.: B21D 7/16.

(30) Prioridade Unionista: 14/07/2009 JP 2009-165626.

(73) Titular(es): SUMITOMO PIPE & TUBE CO., LTD.; NIPPON STEEL CORPORATION.

(72) Inventor(es): ATSUSHI TOMIZAWA; NAOAKI SHIMADA; SHINJIRO KUWAYAMA; SABURO INOUE; MANABU OKAHISA; YUSUKE KINOSHITA; TAKASHI SUYAMA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2010061918 de 14/07/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/007810 de 20/01/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/01/2012

(57) Resumo: MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAR UM MEMBRO CURVADO A presente invenção refere-se a um aparelho curvado (O) que pode resolver os problemas da técnica anterior que transporta para fora da curvatura bidimensional ou tridimensional de um metal vazio (9) longo tendo uma seção transversal fechada. Um aparelho curvado (O) tem (a) um primeiro manipulador (27) que constitui um meio de alimentação (22) que alimenta uma cavidade do metal vazio (9) tendo uma seção transversal fechada em sua direção longitudinal, (b) um segundo manipulador (29a) que suporta um primeiro meio de suporte (2) que está disposto em uma primeira posição e suporta um metal vazio (9) enquanto o alimenta, um meio de aquecimento que está disposto em uma segunda posição à jusante da primeira posição na direção de alimentação do metal vazio (9) e que aquece toda ou parte da circunferência do metal vazio (9) sendo alimentada, e um meio de resfriamento que está disposto em uma terceira posição a jusante da segunda posição na direção de alimentação do metal vazio (9) e que esfria a porção do metal vazio (9) sendo alimentado que foi aquecido pelo meio de aquecimento, e (c) um terceiro manipulador (28) que constitui um segundo meio de suporte (2) que está disposto em uma quarta posição à (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAR UM MEMBRO CURVADO".**

Campo Técnico

[001] A presente invenção refere-se a um método e aparelho para fabricação de um membro curvado. Especificamente, a presente invenção refere-se a um método e aparelhos para fabricação de um membro curvado através da realização da flexão bidimensional ou tridimensional de um metal longo absoluto tendo uma seção transversal fechada.

Técnica Antecedente

[002] Membros da resistência do metal, membros reforçados, ou membros estruturais que são empregados em automóveis e diversos tipos de equipamento e que tem uma forma dobrada (referidos a seguir como membros flexíveis) precisam ter uma resistência elevada, um baixo peso, e um tamanho pequeno. No passado, membros curvados têm sido fabricados através, por exemplo, membros da prensa formada por soldagem, purificação de chapas, ou forjados.

[003] À medida que um membro curvado alcançado por estes métodos de fabricação pode ser feito mais leve ou menor no tamanho tem alcançado um limite.

[004] Nos últimos anos, a fabricação de membros curvados pela assim chamada técnica do tubo de hidroformação tem sido ativamente estudado (veja Documento de não patente 1, por exemplo). Na página 28 do Documento de não patente 1, é estabelecido que existam diversos problemas as associados com a técnica do tubo de hidroformação tal como desenvolvimento de materiais para o grau de liberdade ser processado ou aumentado da forma que pode ser formado segundo o qual o desenvolvimento técnico da técnica do tubo de hidroformação é ainda necessário.

[005] Além disso, tem sido muito descrito nas técnicas para fabri-

cação de um membro curvado através da curvatura de um tubo de metal reto.

[006] Documento de patente 1 descreve uma técnica para curvatura de um tubo de metal enquanto sujeitando-se ao tratamento térmico. Documento de patente 2 descreve uma técnica para fabricação de uma barra espiral curva ou seção tendo uma forma de seção transversal. O documento de patente 3 descreve um aparelho curvado que utiliza aquecimento por indução de alta frequência. O documento de patente 4 descreve uns aparelhos curvados para um membro de metal.

[007] No documento de patente 5, a presente aplicação descrita em um método curvado e um aparelho curvado para um metal vazio. Figura 19 é uma visão explicativa mostrando um contorno desses aparelhos curvados.

[008] Como mostrado nas figuras 19, um tubo de aço 1 é suportado por um meio de suporte 2 de modo que o tubo de aço 1 pode movimentar nesta direção axial. Um dispositivo de alimentação 3 tem um parafuso bola, por exemplo, como um componente. O dispositivo de alimentação3 o tudo de aço 1 alimenta a partir de um lateral a montante para uma lateral a jusante.

[009] Uma bobina de aquecimento por indução 5 está disposta a jusante dos meios de suporte 2. A bobina de aquecimento por indução 5 rapidamente aquece uma porção do tubo de aço 1 através do aquecimento por indução para uma faixa de temperatura em que extingue o possível endurecimento. Um dispositivo de refrigeração de água 6 é disposto à jusante da bobina de aquecimento de alta frequência 5. O dispositivo de refrigeração 6 rapidamente esfria o tubo de aço 1. Como resultado, uma temperatura do tubo de aço 1 torna-se uma temperatura em que extingue o possível endurecimento apenas entre a bobina de aquecimento por indução 5 e o dispositivo de refrigeração de água 6 (abaixo, uma porção do tubo de aço 1 que está em uma temperatura

em que extingue o possível endurecimento será referida para as áreas de temperatura elevada).

[0010] Um dado rolete móvel 4 é disposto movelmente na lateral a jusante do dispositivo de refrigeração de água 4. O dado rolete móvel 4 tem pelo menos um conjunto de pares de rolo 4a. Os pares de rolo 4a podem suportar o tubo de aço 1 enquanto alimenta-o. O dado rolete móvel 4 movimenta-se bidimensionalmente ou tridimensionalmente. Como resultado do movimento, uma curvatura no momento é transmitida para a área de temperatura elevada do tubo de aço 1 de modo que o tubo de aço 1 sofre curvatura. Nesta maneira, um membro curvado 8 é fabricado que uma eficiência operacional elevada enquanto mantém a precisão da curvatura suficiente.

Documentos da Técnica Anterior

Documentos da Patente:

[0011] Documento de patente 1 – JP 50-59263 A

[0012] Documento de patente 2 – JP 2816000 B

[0013] Documento de patente 3 – JP 2000-158048 A

[0014] Documento de patente 4 – JP 3195083 B

[0015] Documento de patente 5 – JP 2007-83304 A

Documentos de Não patentes

[0016] Documentos de não patentes 1- Jidosha Gijutsu (Jornal da Sociedade dos Engenheiros Automotivos de Japão), Vol. 57, Nº 6,2003, pp.23-28

Descrição da Invenção

Problemas que a Invenção Resolverá

[0017] No Pedido de Patente Japonesa Nº 2008-276494, a presente aplicação descreve um aparelho de fabricação melhorado para realização da curvatura.

[0018] Um metal vazio longo tendo uma forma fechada, uma seção transversal fechada é alimentado em sua direção longitudinal e é

suportado em uma primeira posição. O metal vazio é aquecido localmente em uma segunda posição a jusante da primeira posição na direção de alimentação do metal vazio. A porção do metal vazio que foi aquecido na segunda posição é resfriado em uma terceira posição a jusante da segunda posição na direção de alimentação. Como resultado, uma área de temperatura elevada é formada na porção do metal vazio entre a segunda posição e a terceira posição.

[0019] O metal vazio é preso por um meio de adesão em uma região a jusante da terceira posição na direção de alimentação do metal vazio. O meio de adesão é disposto de tal forma que ele pode ser inserido dentro da extremidade frontal do metal vazio ou pode contatar uma superfície externa da extremidade frontal do metal vazio.

[0020] A posição do meio de adesão é variada bidimensional ou tridimensionalmente em um espaço de trabalho incluindo um espaço a montante da terceira posição na direção de alimentação. Como resultado, uma curvatura do momento é transmitida para a área de temperatura elevada para transportar fora da curvatura.

[0021] Figuras 20(a) -20 (e) são visões explicativas mostrando o estado de diversos pontos durante o tempo de fabricação de um membro curvado 13 empregando estes aparelhos de fabricação.

[0022] A direção de alimentação de um metal vazio 9 sendo processado é a direção axial do metal vazio 9, não apenas nestes aparelhos de fabricação, mas nas técnicas descritas no documento da patente 1-5, e não variar durante a curvatura. Isso faz com que o espaço de instalação de um aparelho para realização da curvatura para torna-se maior, e o aparelho curvado também se torna maior. A razão por que será explicado em detalhes abaixo.

[0023] Como mostrado nas figuras 20 (a) – 20 (d), um dispositivo de alimentação10 o metal vazio de alimentação 9 em sua direção axial. Um dispositivo de refrigeração e aquecimento 11 rapidamente

aquece e esfria o metal vazio 9. Um meio de adesão12 é suportado por um robô industrial 14 que é um robô articulado, por exemplo. Como mostrado pela seta da linha tracejada, como o meio de adesão12 movimenta-se bidimensional ou tridimensional, uma curvatura do momento é transmitida para a área de temperatura elevada do metal vazio 9. Nesta maneira, um membro curvado 13 é fabricado.

[0024] Uma vez que o meio de adesão12 inevitavelmente movimenta-se sobre a ampla faixa a fim da fabricação do membro curvado 13, o comprimento do manipulador do robô industrial 14 que suporta o meio de adesão12 (referido abaixo como o comprimento da ramificação) deve ser longo. Por esse motivo, o aparelho curvado torna-se maior no caminho.

[0025] Além disso, o meio de adesão12 necessita se movimentar sobre uma ampla faixa de velocidades. Para este fim, o manipulador do robô industrial 14 movimenta-se sobre uma ampla faixa de velocidade a partir de uma velocidade elevada para uma velocidade baixa. Como resultado, variações na velocidade do movimento do manipulador do robô industrial 14 tornam-se maior, e as vibrações se desenvolvem facilmente no momento da operação do manipulador do robô industrial 14, levando a um decréscimo na precisão dimensional do membro curvado 13. As vibrações do manipulador do robô industrial 14 podem ser reduzidas definindo a velocidade operacional para um valor baixo, mas fazendo então diminuir a produtividade dos aparelhos de fabricação.

[0026] Além disso, nestes aparelhos de fabricação, é necessário para fornecer um maior espaço de instalação para um dispositivo de fornecimento para o metal vazio 9.

[0027] Um primeiro objeto da presente invenção é (a) reduzindo o tamanho e os custos do equipamento de um aparelho curvado reduzindo a faixa de movimento de um meio de adesão nos aparelhos cur-

vados propostos no Pedido de Patente Japonesa Nº 2008-276494, por exemplo, e (b) reduzindo variações na velocidade operacional da ramificação e vibrações da ramificação durante operação de um robô industrial que suporta o meio de adesão reduzindo a velocidade do movimento dos meios de adesão.

[0028] Um segundo objeto da presente invenção é fornecer um método e um aparelho para fabricação de um membro curvado capaz de fabricar um membro curvado tendo excelente precisão dimensional com produtividade elevada e com um custo baixo enquanto obtém um decréscimo no tamanho total dos aparelhos.

Meios para Solução do Problema

[0029] A presente invenção é um método de fabricação para um membro curvado, caracterizado pela realização da curvatura de uma cavidade do metal vazio tendo uma seção transversal fechada satisfazendo as seguintes condições 1-6:

[0030] Condição 1: um primeiro manipulador adere uma primeira porção do metal vazio localizado na lateral de uma primeira extremidade do mesmo;

[0031] Condição 2; um segundo manipulador suporta uma área de temperatura elevada formando mecanismos que aquecem uma região do metal vazio que está localizado entre a primeira porção e uma segunda porção localizada na lateral de uma segunda extremidade do metal vazio e então executa resfriamento, formando desse modo uma área de temperatura elevada em uma porção da região;

[0032] Condição 3: um terceiro manipulador de adesão a segunda porção do metal vazio:

[0033] Condição 4: o primeiro manipulador movimenta-se intermitentemente na direção axial da à primeira porção do metal vazio e/ou movimenta-se bidimensional ou tridimensionalmente de tal forma que uma curvatura no momento pode ser transmitida para a área da tem-

peratura elevada;

[0034] Condição 5: o terceiro manipulador movimenta-se intermitentemente na direção axial da segunda porção do metal vazio e/ou movimenta-se bidimensional ou tridimensionalmente de tal forma que uma curvatura do momento pode ser transmitida para a área de alta temperatura; e

[0035] Condição 6: satisfazendo as condições 4 e 5, uma curvatura do momento é transmitida par a área de temperatura elevada enquanto a produção relativa do movimento da área de temperatura elevada forma mecanismos em relação ao metal vazio na sua direção axial.

[0036] Na presente invenção, o primeiro manipulador de preferência opera a fim de produzir uma torção no movimento do metal vazio ao redor do seu e/ou do terceiro manipulador de preferência opera a fim de produzir uma torção no movimento do metal vazio ao redor do seu eixo. A presente invenção abrange uma modalidade em que uma cavidade, metal vazio reto tendo uma seção transversal fechada que suporta torção sobre seu eixo.

[0037] Na presente invenção, o primeiro manipulador de preferência movimenta-se continuamente na direção axial da primeira porção do metal vazio, o terceiro manipulador de preferência não se movimenta na direção axial da segunda porção do metal vazio, e a área de temperatura elevada forma um mecanismo de preferência que muda seu ângulo de instalação de acordo com mudanças na direção de deslocamento da primeira porção. Neste caso, a posição de instalação do mecanismo de formação da área de temperatura elevada é mais de preferência movida para uma posição mais próxima da primeira porção.

[0038] Na presente invenção, quando o terceiro manipulador movimenta-se bidimensional ou tridimensionalmente, e/ou quando o pri-

meiro manipulador movimenta-se bidimensional e tridimensionalmente, o segundo manipulador de preferência movimenta a área de temperatura elevada formando um mecanismo na direção axial do metal vazio.

[0039] Na presente invenção, a mecanismo de formação de área de temperatura elevada de preferência tem um meio de aquecimento para aquecimento do metal vazio e um meio de resfriamento para formar uma área de temperatura elevada pelo resfriamento do metal vazio que foi aquecido por este meio de aquecimento.

[0040] Na presente invenção, é preferido que o primeiro manipulador fosse disposto em uma primeira posição, o meio de aquecimento será disposta em uma segunda posição a jusante da primeira posição na direção axial do metal vazio, o meio de resfriamento será disposto na terceira posição à jusante da segunda posição na direção axial do metal vazio, e o terceiro manipulador será disposto em uma quarta posição à jusante da terceira posição na direção axial do metal vazio.

[0041] De outro ponto de vista, a presente invenção é um aparelho para fabricação de um membro curvado, o aparelho compreendendo um primeiro manipulador, um segundo manipulador, e um terceiro manipulador como descrito abaixo e sendo capaz de fabricar um membro curvado através da realização da curvatura sobre uma cavidade do metal vazio tendo uma seção transversal fechada a fim de satisfazer as seguintes condições 1 a 3:

[0042] o primeiro manipulador: aderir uma primeira porção de um metal vazio localizado sobre a lateral de uma primeira extremidade do mesmo;

[0043] o segundo manipulador: suportando uma área de temperatura elevada formando um mecanismo que aquece uma região do metal vazio que está localizado entre a primeira porção e a segunda porção localizado sobre a lateral de uma segunda extremidade do metal vazio e então executa o resfriamento, formando desse modo uma área

de temperatura elevada em uma porção da região;

[0044] o terceiro manipulador: aderir a segunda porção do metal vazio;

[0045] Condição 1: o primeiro manipulador movimenta-se intermitentemente na direção axial da primeira porção do metal vazio e/ou movimenta-se bidimensional ou bidimensionalmente de tal forma que uma curvatura do momento pode ser transmitida para a área de alta temperatura;

[0046] Condição 2: o terceiro manipulador movimenta-se intermitentemente na direção axial da segunda porção do metal vazio e/ou movimenta-se bidimensional ou tridimensionalmente de tal forma que uma curvatura do momento pode ser transmitida para a área de alta temperatura; e

[0047] Condição 3: satisfazendo condições 1e 2, uma curvatura do momento é transmitida para a área de temperatura elevada onde a produção relativa do movimento do mecanismo de formação de área de temperatura elevada em relação a o metal vazio em sua direção axial.

[0048] A presente invenção é também um aparelho para fabricação de um membro curvado a partir de um metal vazio compreendendo um meio de alimentação que está disposto em uma primeira posição a fim de ser capaz de movimentar bidimensional ou tridimensionalmente e que pode alimentar uma cavidade do metal vazio tendo uma seção transversal fechada enquanto a mudança na direção de alimentação, um meio de aquecimento que está posicionado em uma segunda posição a jusante da primeira posição na direção de alimentação do metal vazio e que aquece toda ou uma porção da circunferência do metal vazio sendo alimentado, um meio de resfriamento que está disposto em uma terceira posição à jusante da segunda posição na direção de alimentação do metal vazio e que esfria a porção do me-

tal vazio sendo alimentada que foi aquecido pelos meios de aquecimento que está disposto em uma quarta posição a jusante da terceira posição na direção de alimentação do metal vazio a fim de ser capaz de movimentar bidimensional ou tridimensionalmente e que juntos com o meio de alimentação transmite uma curvatura no momento para a porção aquecida de metal vazio pela adesão de pelo menos uma localização do metal vazio sendo alimentado e desse modo curvando o metal vazio em uma forma desejada, caracterizado em que o meio de aquecimento e o meio de resfriamento têm a função que os seus ângulos da instalação podem ser mudados de acordo com a mudança na direção de alimentação do metal vazio pelo meio de alimentação.

[0049] Na presente invenção, o meio de aquecimento e O meio de resfriamento de preferência têm a função de suas posições de instalação podem ser mudadas para posições mais próximas da posição dos meios de alimentação.

[0050] Na presente invenção, é preferível que o meio de alimentação seja suportado por um primeiro manipulador, o meio de aquecimento e os meios de resfriamento sejam suportados por um segundo manipulador, e os meios da curvatura sejam suportados por um terceiro manipulador.

[0051] Neste caso, (A) o manipulador leste é de preferência um manipulador de um primeiro robô industrial articulado verticalmente, o segundo manipulador é de preferência um manipulador de um segundo robô industrial articulado verticalmente, e o terceiro manipulador é de preferência um manipulador de um terceiro robô industrial articulado verticalmente, ou (B) o primeiro manipulador e o terceiro manipulador são de preferência manipuladores de uma ramificação dupla do primeiro robô industrial como descrito na JP 2008-272883 A, por exemplo, e o segundo manipulador é de preferência um manipulador de um segundo robô industrial articulado verticalmente.

[0052] Na presente invenção, (C) o terceiro manipulador de preferência suporta um metal vazio que suportava curvatura a fim de suprimir um decréscimo na precisão dimensional do metal vazio ou (D) um quarto manipulador é de preferência fornecido para suportar um metal vazio que suportava curvatura e desse modo suprimir um decréscimo na precisão dimensional do metal vazio. O quarto manipulador é de preferência um manipulador de um quarto robô industrial articulado verticalmente.

[0053] Na presente invenção, os robôs industriais articulados verticalmente de preferência têm pelo menos cinco eixos.

[0054] Na presente invenção, um meio de suporte que orienta o metal vazio para o meio de aquecimento é de preferência fornecido sobre a entrada lateral do meio de aquecimento.

[0055] Na presente invenção, a direção de alimentação sobre a entrada lateral do metal vazio que está sendo processado (o fornecimento lateral do vazio) não está limitada à direção axial do metal vazio, mas pode ser variado. Isto é, o ângulo da incidência do metal vazio é variável, e os ângulos da instalação do meio de aquecimento e os meios de resfriamento são variáveis de acordo com a mudança no ângulo da incidência do metal vazio. Como resultado, a faixa do movimento dos meios da curvatura que é constituída por todo robô industrial, por exemplo, é reduzida para uma faixa estreita.

[0056] Por esse motivo, um robô industrial que tem um comprimento da ramificação menor pode ser selecionado, segundo o que os aparelhos curvados podem ser feitos compactados e os custos do equipamento podem ser reduzidos. Além disso, a velocidade operacional do robô industrial é reduzida, e muda na velocidade operacional e vibrações geradas durante a operação ambas são reduzidas. Como resultado, um membro curvado tendo uma precisão dimensional melhorada pode ser fabricado com produtividade elevada e com um baixo

custo.

Efeitos da Invenção

[0057] De acordo com a presente invenção, reduzindo tanto quanto possível a faixa do movimento do meio de adesão na invenção proposta no Pedido de Patente Japonesa Nº 2008-276494, um aparelho curvado pode ser feito compactado e seus custos do equipamento podem ser reduzidos enquanto a diminuição do espaço de instalação dos aparelhos como um todo, e reduzindo a velocidade do movimento do meio de adesão tanto quanto possível, variações na velocidade operacional e vibrações geradas durante operação podem ser reduzidas. Como resultado, de acordo com a presente invenção, um membro curvado tendo uma precisão dimensional melhorada pode ser fabricado com produtividade elevada enquanto restringe um aumento custos do equipamento tanto quanto possível.

[0058] Desta maneira, a presente invenção torna possível fornecer um membro de resistência, um membro de reforço, ou um membro estrutural para um automóvel, por exemplo, que é feito de Metal e tem uma forma dobrada com uma precisão dimensional melhorada em um baixo custo.

Breve Explicação dos Desenhos

[0059] Figuras 1(a) - 1(d) são visões explicativas mostrando o estado em diversos pontos durante o tempo de fabricação de um membro curvado por um aparelho fabricado de acordo com a presente invenção.

[0060] Figura 2 é uma visão explicativa mostrando o estado em que um meio de alimentação e um meio da curvatura são suportados pelos dois manipuladores de um robô industrial da ramificação dupla e um meio de aquecimento e resfriamento é suportado por um robô industrial articulado.

[0061] Figura 3(a) é uma visão explicativa mostrando esquemati-

camente um mandril longo para uso como uma extremidade efetora para o caso em que uma primeira porção de um tubo de aço localizado sobre a lateral de uma primeira extremidade da mesma é preso por um primeiro manipulador ou para uso como uma extremidade efetora para o caso em que uma segunda porção do tubo de aço localizada sobre a lateral de uma segunda extremidade da mesma é presa a um terceiro manipulador, a figura 3(b) é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um mandril curto para uso como uma extremidade efetora nesta situação, e a figura 3(c) é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um mandril longo para uso como uma extremidade efetora nesta situação.

[0062] Figura 4 é uma visão explicativa mostrando que um mandril pode reduzir uma carga trançada.

[0063] Figura 5(a) é uma visão explicativa mostrando somente um mandril de um tipo que está disposto no exterior de um tubo de aço e de adesão da extremidade do tubo de aço entrando em contato com uma superfície externa do tubo de aço, a figura 5(b) é uma visão explicativa mostrando somente um mandril de um tipo que é inserido em um tubo de aço e de adesão da extremidade do tubo de aço entrando em contato com uma superfície interna do tubo de aço, e a figura 5(c) é uma visão explicativa mostrando diversos tipos de mandris.

[0064] Figura 6 é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um exemplo de um mandril que pode ser empregado no primeiro manipulador ou no terceiro manipulador.

[0065] Figura 7 é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um exemplo de um mandril que pode ser empregado no primeiro manipulador ou no terceiro manipulador.

[0066] Figuras 8(a) - 8(c) são visões explicativas mostrando esquematicamente um mecanismo para ampliação de dimensões externas de um mandril que é inserido em um tubo de aço e de adesão a

extremidade do tubo de aço entrando em contato com uma superfície interna do tubo de aço.

[0067] Figura 9 (a) é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um exemplo da estrutura de um mandril que é adequado para uso em um aparelho fabricado de acordo com a presente invenção, a figura 9(b) mostra um exemplo comparativo de um mandril, e a figura 9(c) mostra um exemplo de um mandril da presente invenção.

[0068] Figura 10 é uma visão explicativa mostrando a estrutura de um mandril do tipo bucha tendo fendas que são adequadas para uso em um aparelho curvado de acordo com a presente invenção.

[0069] Figura 11(a) é uma visão explicativa mostrando a estrutura de um mandril de um tipo bucha hidráulica que é adequado para uso em um aparelho curvado de acordo com a presente invenção, e a figura 11(b) é uma visão explicativa mostrando uma modificação do mesmo.

[0070] Figura 12 é uma visão explicativa mostrando um mecanismo para produção de uma pressão positiva dentro de um tubo de aço.

[0071] Figura 13 é uma visão explicativa mostrando a forma de um membro curvado fabricado no exemplo 1.

[0072] Figura 14 é um gráfico mostrando resultados do Exemplo 1.

[0073] Figura 15 é um gráfico mostrando resultados do Exemplo I.

[0074] Figura 16 é um gráfico mostrando resultados do Exemplo 1.

[0075] Figura 17 é um gráfico mostrando resultados do Exemplo 1.

[0076] Figura 18(a) é uma visão explicativa mostrando esquematicamente a forma de um membro curvado fabricado no Exemplo 2, a Figura 18(b) é um gráfico mostrando o deslocamento e a aceleração na direção X e a direção Y do primeiro através do terceiro manipulador onde um membro curvado foi fabricado enquanto apenas o primeiro manipulador se movimenta na direção axial de um tubo de aço, e a Figura 18(c) é um gráfico mostrando o deslocamento e a aceleração

nas direções X e Y dos primeiros completos terceiro manipulador onde um membro curvado foi fabricado enquanto se movimenta cada um do primeiro através do terceiro manipulador na direção axial e da direção da curvatura de um tubo de aço.

[0077] Figura 19 é uma visão explicativa mostrando esquematicamente a estrutura de um aparelho curvado descrito no documento de patente 1.

[0078] Figuras 20(a) - 20(d) são visões explicativas mostrando o estado em diversos pontos no tempo durante a fabricação de um membro curvado pela invenção proposta no Pedido de Patente Japonesa Nº 2008-276494.

Explanação dos Símbolos

0	aparelhos curvados
1	tubo de aço
2	meios de suporte
3	dispositivo de alimentação
4	dado rolete móvel
4a	par de roletes
5	bobina de aquecimento de alta frequência
6	dispositivo de refrigeração de água
8	membro curvado
9	metal vazio
10	dispositivo de alimentação
11	dispositivo de aquecimento e resfriamento
12	meios de adesão
13	membro curvado
14	robô industrial
20	aparelhos de fabricação de acordo com a presente invenção
21	membro curvado
22	meios de alimentação

23 área de temperatura elevada formando mecanismo

24 meios da curvatura

25 tubo de aço

26 robô industrial da ramificação dupla

27 primeiro manipulador

28 terceiro manipulador

29 robô industrial

29a segundo manipulador

Melhor Modo de Realização da Invenção

[0079] Na explanação seguinte, um exemplo será dado para facilidade em que "um membro da cavidade de metal tendo uma fechada seção transversal" de acordo com a presente invenção é um tubo de aço. "A presente invenção pode ser aplicada no mesmo magneto para uma cavidade do membro de metal tendo uma seção transversal fechada que não um tubo de aço.

[0080] Figuras 1(a) - 1(d) são visões explicativas mostrando o estado em diversos pontos no tempo durante a fabricação de um membro curvado 21 por um aparelho de fabricação 20 de acordo com a presente invenção. O aparelho de fabricação 20 tem um meio de alimentação 22, uma área de temperatura elevada formando um mecanismo 23 que aquece e esfria um tubo de aço 25 para a partir de uma área da temperatura elevada, e um meio da curvatura 24.

(Meio de alimentação 22)

[0081] O meio de alimentação 22 está disposto em uma primeira posição A a fim de ser capaz de movimentar bidimensional ou tridimensionalmente. Meio de alimentação 22 alimenta o tubo de aço 25 enquanto mudanças na sua direção de alimentação. O meio de alimentação 22 coopera com o meio da curvatura 24 descrito abaixo de modo a dobrar um tubo de aço 25 dentro de uma forma desejada por transmitir uma curvatura do momento para uma área de temperatura

elevada do tubo de aço 25.

[0082] O meio de alimentação 22 é suportado por um primeiro manipulador 27. Como resultado, uma redução no espaço do meio de alimentação 22 e uma redução no espaço de um material fornecendo aparelhos são obtidas. O primeiro manipulador 27 é de preferência um manipulador verticalmente articulado ou um manipulador da ramificação dupla como descrito por JP 2008-272883 A, por exemplo.

[0083] Figura 2 é uma visão explicativa mostrando o estado em que o meio de alimentação 22 é suportado por um primeiro manipulador 27 de dois manipuladores verticalmente articulado de um robô industrial da ramificação dupla 26, o meio da curvatura 24 é suportado por um terceiro manipulador 28 do robô, e a área de temperatura elevada formando um mecanismo 23 é suportado por um segundo manipulador 29a de um robô industrial verticalmente articulado 29 de seis eixos.

[0084] A ramificação dupla do robô industrial 26 mostrado na Figura 2 tem um primeiro manipulador 27 com setes eixos e um terceiro manipulador 28 com setes eixos. O primeiro manipulador 27 e o terceiro manipulador 28 estão instalados sobre uma base (não mostrado) que tem um eixo giratório que pode girar sobre um eixo perpendicular a uma superfície fixada. No geral, o robô industrial 26 tem um grau de liberdade que consistindo em 15 eixos.

[0085] O robô industrial 26 opera o meio de alimentação 22 e os meios da curvatura 24 suportados por manipuladores 27 e 28, respectivamente, com seis graus de liberdade consistindo de três eixos de translação e três eixos de rotação. Como resultado, o robô industrial 26 pode processar um membro curvado tendo uma forma tridimensional complicada. Cada um dos manipuladores 27 e 18 têm sete eixos, e, além disso, aos seis graus de liberdade descritos acima, os manipuladores 27 e 28 podem ser curvados em uma forma compactada. Co-

mo resultado, o robô industrial 26 pode fornecer um material para ser processado na forma de um tubo de aço 25 em um espaço compactado.

[0086] Os manipuladores verticalmente articulados têm primeiro através do sexto eixo. O primeiro eixo permite uma ramificação superior para oscilar em um plano horizontal. O segundo eixo permite a ramificação superior para oscilar para frente e para trás. O terceiro eixo permite um antebraço oscilar para cima e para baixo. Um quarto eixo permite o antebraço girar. O quinto eixo permite um pulso oscilar para cima e para baixo. O sexto eixo permite o pulso girar. Se necessário, além disso, o primeiro ao sexto eixo, o manipulador pode ter um sétimo eixo que permite a ramificação superior para girar. O movimento do primeiro ao sétimo eixo é conduzido por *servomotors* AC.

[0087] O robô industrial verticalmente articulado não necessita ter seis ou sete eixos e pode ter cinco eixos. Isto é, o robô industrial verticalmente articulado pode ter qualquer número de eixos o que pode realizar a operação de processamento necessária.

[0088] Extremidades efetoras adequadas para a adesão do meio de alimentação 22, a Mecanismo de formação de Área de temperatura Elevada 23, e os meios da curvatura 24 são fornecidos nas pontas dos pulsos dos robôs industriais. As extremidades efetoras serão descritas abaixo, nesta maneira, o primeiro manipulador 27 de adesão uma primeira porção localizada sobre a lateral de uma primeira extremidade do tubo de aço 25.

(Mecanismo de formação da área de Temperatura Elevada 23)

[0089] O mecanismo de formação da área de temperatura elevada 23 é disposto em uma segunda posição B a jusante da primeira posição A na direção de alimentação do tubo de aço 25. O mecanismo de formação da área de temperatura elevada 23 tem um meio de aquecimento e um meio de resfriamento. O meio de aquecimento aquece to-

da ou uma porção da circunferência do tubo de aço 25. O meio de resfriamento está disposto em uma posição C à jusante da segunda posição B na direção de alimentação do tubo de aço 25, O meio de resfriamento esfria a porção do tubo de aço 25 que foi aquecido pelo meio de aquecimento.

[0090] A fim de simplificar a explanação, o caso será descrito em que um mecanismo de formação da área de temperatura elevada 23 compreende um único membro. Entretanto, os meios de aquecimento e os meios de resfriamento podem é claro serem dispositivos separados.

[0091] O meio de aquecimento aquece toda ou uma porção da circunferência do tubo de aço 25 sendo alimentado. Um aparelho de aquecimento de alta frequência tendo uma bobina de aquecimento disposta ao redor do espaço a partir o tubo de aço 25 é empregado como o meio de aquecimento. Uma bobina de aquecimento de alta frequência é bem conhecida e convencionalmente empregada por aqueles versados na técnica, assim uma maior explanação dos meios de aquecimento será omitida.

[0092] O meio de resfriamento esfria a porção do tubo de aço 25 que foi aquecido pelo meio de aquecimento. Um dispositivo de refrigeração de água tendo um bico vaporizador de resfriamento de água espaçado a partir de superfície externa do tubo de aço 25 é empregado como o meio de resfriamento. Este tipo de bico vaporizador de resfriamento de água é bem conhecido e convencionalmente empregado por aqueles versados na técnica, assim uma maior explanação do meio de resfriamento será omitida.

[0093] O mecanismo de formação da área de temperatura elevada 23 é suportado por um mecanismo adequado que se movimenta por meio o qual o ângulo de instalação de mecanismo de formação da área de temperatura elevada 23 pode ser variado de acordo com a

mudança na direção de alimentação do tubo de aço 25 pelo meio de alimentação 22. Como resultado, o aparelho de fabricação 20 pode fabricar um membro curvado 2 1 enquanto variando o ângulo de instalação do mecanismo de formação da área de temperatura elevada 23 de acordo com a mudança na direção de alimentação do tubo de aço 25 pelos meios de alimentação 22.

[0094] Além disso, um membro curvado 21 pode ser fabricado enquanto variando a posição do mecanismo de formação da área de temperatura elevada 23 para as proximidades do meio de alimentação 22. Isto é, a posição de instalação do mecanismo de formação da área de temperatura elevada 23 pode ser mudada para uma posição mais próxima do meio de alimentação 22. Como resultado uma redução no espaço dos aparelhos de fabricação 20 pode ser obtida. Ainda que dependa da forma do produto, passando a área de temperatura elevada formando um mecanismo 23 a direção axial pode reduzir o espaço de instalação de formação do aparelho 20 para aproximadamente uma metade de dois terços.

[0095] O mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 é suportado pelo segundo manipulador 29a segundo o que o espaço de instalação dos aparelhos de fabricação 20 é diminuído. Especificamente, o segundo manipulador 29a é de preferência um manipulador de um segundo robô industrial verticalmente articulado que de preferência tem pelo menos cinco eixos.

[0096] Nesta maneira, o segundo manipulador 29a suporta a mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23. O mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 aquece uma região localizada entre a primeira porção do tubo de aço 25 e uma segunda porção localizada sobre a lateral de uma segunda extremidade do tubo de aço 25 e então executa resfriamento para formar uma área de temperatura elevada em uma região da porção.

[Meios da curvatura 24]

[0097] O meio da curvatura 24 está disposto em uma quarta posição D a jusante da terceira posição C na direção de alimentação do tubo de aço 25. O meio da curvatura 24 está disposto a fim de ser capaz de movimentar bidimensionalmente ou tridimensionalmente. O meio da curvatura 24 de adesão o tubo de aço 25 sendo alimentada em pelo menos uma localização. O meio da curvatura 24 transmite uma curvatura do momento para a área de temperatura elevada do tubo de aço 25 pela cooperação com o meio de alimentação 22 e o tubo de aço 25 curvado em uma forma desejada.

[0098] A fim de aumentar a eficiência do espaço, o meio da curvatura 24 é de preferência constituído por um terceiro manipulador 28. Espectralmente o terceiro manipulador 28 é de preferência um manipulador de um terceiro robô industrial verticalmente articulado ou o outro manipulador do primeiro robô industrial de ramificação dupla acima descrita.

[0099] O terceiro manipulador 28 pode ter uma estrutura de tal forma que suporta um tubo de aço 25 que tem submetido à curvatura, segundo o que um decréscimo na precisão dimensional do tubo de aço 25 é reduzido. Alternativamente, pode haver um quarto manipulador que suprime um decréscimo na precisão dimensional do tubo de aço 25 suportando o tubo de aço 25 que tem submetido à curvatura. Este quarto manipulador é de preferência um manipulador de um quarto robô industrial verticalmente articulado que de preferência tem pelo menos cinco eixos.

[00100] Nesta maneira, o terceiro manipulador 28 de adesão a segunda porção localizada sobre a lateral da segunda extremidade do tubo de aço 25.

[00101] Abaixo, a extremidade efetora será explicada.

[00102] Figura 3(a) é uma visão explicativa mostrando esquemati-

camente um mandril alongado 30, a Figura 3(b) é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um mandril curto 31, e a Figura 3(c) é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um mandril alongado 32. Mandris 30 - 32 são extremidades efetoras para o caso em que uma primeira porção localizada sobre a lateral da primeira extremidade do tubo de aço 25 é presa pelo primeiro manipulador 27 ou uma segunda porção localizada sobre a lateral da segunda extremidade do tubo de aço 25 é presa pelo terceiro manipulador 28.

[00103] Mandris 30 - 32 cada um tem um corpo tubular para a adesão da primeira ou segunda porção do tubo de aço 25.

[00104] Mandril 30 está disposto no exterior do tubo de aço 25, e de adesão na extremidade 30 do tubo de aço 25 entrando em contato com uma superfície externa 25b do tubo de aço 25. O mandril 30 tem uma estrutura de tal forma que seu diâmetro interno pode ser aumentado por um mecanismo adequado similar ao descrito abaixo.

[00105] Mandris 31 e 32 pode cada ser inserido no o tubo de aço 25. Mandris 31e 32 prendem uma extremidade do tubo de aço 25 entrando em contato com uma superfície interna do tubo de aço 25. Mandris 31 e 32 têm uma estrutura de tal forma que seu diâmetro externo pode ser expandido por um mecanismo adequado similar ao descrito abaixo.

[00106] Estes mandris 30- 32 seguram adequadamente uma extremidade do tubo de aço 25 que está sendo alimentado na direção axial, pelo qual os aparelhos curvados 20 podem transportar a curvatura do tubo de aço 25 com o trabalho preciso adequado.

[00107] Mandris 30 - 32 cada um tem um mecanismo de selagem da extremidade do tubo que contata uma superfície de selagem ventilada sobre a extremidade do tubo ou um mecanismo de selagem duma superfície interna 10 que contata uma superfície de selagem formada sobre uma superfície interna do tubo. Como resultado, mandris 30 - 32

selam o tubo de aço 25 diretamente contatando a porção da extremidade ou a superfície interna do tubo de aço 25. Porque mandris 30 - 32 previnem que a água penetre dentro do tubo de aço 25, a temperatura do tubo de aço 25 é adequadamente aumentada pelo mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23. Como resultado, o aparelho de fabricação 20 pode transportar a curvatura do tubo de aço 25 que trabalha suficientemente precisa.

[00108] Mandril 30 é constituído por um membro tubular alongado por esse motivo, o mandril 30 pode suprimir uma carga de curvatura W para um nível baixo e pode prevenir a interferência entre o primeiro manipulador 27 ou o terceiro manipulador 28 e o equipamento 20 instalados em sua periferia mesmo quando a curvatura começa nas proximidades da porção da extremidade do tubo de aço 25.

[00109] Mandril 31 é constituído por um membro tubular curto. Extinguir o endurecimento do tubo de aço 25 pode ser transportado para fora a partir da porção da extremidade do tubo de aço 25, de modo que o rendimento do produto é aumentado.

[00110] Mandril 32 é constituído por um membro tubular alongado. Por esse motivo, o mandril 32 pode suprimir a carga de curvatura W para um valor menor, e pode prevenir a interferência entre o primeiro manipulador 27 ou o terceiro manipulador 28 e o equipamento instalado em sua periferia mesmo quando a curvatura começa nas proximidades da porção da extremidade instalada em sua periferia do tubo de aço 25. O mandril 32 também permite extinguir o endurecimento do tubo de aço 25 para ser transportado para fora a partir da sua porção da extremidade, de modo que o rendimento do produto pode ser aumentado.

[00111] Figura 4 é uma visão explicativa mostrando como mandris 30 e 32 podem suprimir uma carga de curvatura W para um valor baixo.

[00112] Símbolo W na Figura 4 indica uma carga da curvatura. Símbolo M indica o momento necessário para dobrar o tubo de aço 25. Símbolo 1_1 indica o comprimento do mandril. 1_2 indicam a sobreposição do mandril. Símbolo 1_3 indica a distância a partir da extremidade do tubo de aço 25 ao ponto de partida da curvatura.

[00113] A carga de curvatura é dada por $W = M/L = M/(1_1 + 1_3)$. O mais longo é L, o menor pode ser W. A fim de aumentar o rendimento de um produto, a curvatura de preferência começa a partir das proximidades da porção da extremidade do tubo de aço 25. Isto é, 1_3 é de preferência feito pequeno. Quando existe um limite sobre a carga permissível da curvatura da máquina, 13 podem ser encurtados por 1_1aumentado.

[00114] Como título de exemplo, a curvatura do momento necessária para realização da curvatura com uma rádio curvatura de 200 mm sobre um tubo de aço 25 tendo um diâmetro externo de 25 mm e uma parede de espessura de 1.0 mm é aproximadamente 36 N-m.

[00115] Quando a carga de curvatura permissível é 500 N,

[00116] quando L = d (com d sendo o diâmetro externo), W = 1440 N > 500 N, e quando L = 2d, W = 720 N > 500 N. Em qualquer caso, curvatura não pode ser transportado para fora. Em contraste, quando L = 3d, W = 480 N < 500 N, e quando L = 4d, W = 360 N < 500 N, e quando L = 5d, W = 288 N < 500 N, assim em cada um caso da curvatura pode ser transportado para fora.

[00117] Para as razões acima, sob as condições acima, é desejável satisfazer a relação L > 3d.

[00118] Figura 5(a) é uma visão explicativa mostrando um mandril 33, e a Figura 5(b) é uma visão explicativa mostrando outro mandril 34.

[00119] Mandril 33 está disposto sobre o lado de fora de um tubo de aço 25 e de adesão da porção da extremidade do tubo de aço entran-

do em contato com a superfície externa do tubo de aço 25.

[00120] Mandril 34 é inserido entro de um tubo de aço 25 e de adesão da porção da extremidade do tubo de aço 25 entrando em contato com a superfície interna do tubo de aço 25.

[00121] Mandril 34 é preferido para o mandril 33 porque pode facilmente centralizar o tubo de aço 25 e pode facilmente obter uma força de adesão pela tensão executada pelo tubo de aço 25 na direção circunferencial.

[00122] Figura 5 (c) é uma visão explicativa dos diversos tipos de mandris 35 - 43.

[00123] Mandris 35 e 36 estão dispostos sobre a exterior de um tubo de aço 25 e contatar a superfície externa do tubo de aço 25.

[00124] Mandris 37 e 38 são inseridos dentro de um tubo de aço 25 e contatar a superfície interna do tubo de aço 25.

[00125] Mandris 39 e 40 estão dispostos sobre o exterior de um tubo de aço 25 e contatados com a superfície externa do tubo de aço 25 e estão também inseridos dentro do tubo de aço 25 e contatados com a superfície interna do tubo de aço 25.

[00126] Mandris 41 - 43 são todos os tubos retangulares para mandris. A fim de obter uma força de retenção adequada em relação a tubos retangulares e prende um tubo retangular com certeza, mandris 41 - 43 são de preferência inseridos dentro de um tubo retangular e de preferência contatado com ambas as superfícies internas e os cantos internos de um tubo de aço.

[00127] Cada um dos tipos de mandris descritos acima é de preferência disposto de modo que seu eixo central coincida com o eixo central do tubo de aço 25 a fim de obter uma precisão elevada do trabalho.

[00128] Figura 6 é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um exemplo de um mandril 44 empregado no primeiro manipu-

lador 27 ou o terceiro manipulador 28. Símbolo 45 na Figura 6 indica um cilindro.

[00129] Figura 6 mostra o caso em que um tubo de aço 25 suporta a curvatura enquanto sendo extinguir-endurecido a partir das proximidades de suas extremidades frontais. Neste caso, mandril 44 é de preferência um mandril alongado tendo um diâmetro externo que aproximadamente coincida com o diâmetro externo do tubo de aço 25.

[00130] Figura 7 é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um exemplo de um mandril 46 empregado no primeiro manipulador 27 ou o terceiro manipulador 28.

[00131] Figura 7 mostra o caso em que a curvatura é transportada para fora enquanto realiza o endurecimento e extinção para cima para as proximidades da extremidade traseira do tubo de aço 25. Também Neste caso, o mandril 46 é de preferência um mandril alongado tendo um diâmetro externo que aproximadamente coincida com o diâmetro externo do tubo de aço 25.

[00132] Figuras 8(a) - 8(c) são visões explicativas mostrando esquematicamente mecanismos para ampliação das dimensões externas dos mandris 48, 49, e 48- 1. Mandris 48, 49, e 48- 1 são cada um inserido no interior de um tubo de aço 25 e prende a porção da extremidade do tubo de aço 25 entrando em contato com a superfície interna do tubo de aço 25.

[00133] Mandril 48 tem um eixo 51 e uma barra operacional 52 dentro de um corpo cilíndrico 50. O eixo 51 pode ser estendido e retraído por um cilindro ou similar (não mostrado). A barra operacional 52 está disposta na extremidade do eixo 51. Quatro garras mandris 53 estão dispostos sobre uma superfície inclinada da barra operacional 52 e estão posicionadas na direção axial do corpo 50. Movendo o eixo 51 na direção axial do corpo 50 faz com que a garra mandril 53 se mova na direção radial, e Como resultado, as dimensões externas do man-

dril 48 são aumentadas ou reduzidas.

[00134] Mandril 49 tem um eixo 51 e uma barra cônica 54 dentro de um corpo cilíndrico 50. O eixo 51 pode ser estendido ou retraído por um cilindro *unillustrated* ou similar. A barra cônica 50 está disposta na extremidade do eixo 51. Um número maior de segmentos 55 e uma garra elástica 56 estão dispostos sobre a inclinação da barra cônica 54. Onde o eixo 51movimenta-se na direção axial do corpo 50, o segmento 55 movimenta na direção radial, e Como resultado, as dimensões externas do mandril 49 são aumentadas ou diminuídas.

[00135] No mandril 48-1, que é uma variação do mandril 48, a barra operacional 52 do mandril 48 é afinado na sua extremidade. A barra operacional afinada 52 aumenta a área da seção transversal da conexão com o eixo 51, segundo o qual a resistência da barra operacional 52 é aumentada.

[00136] A garra mandril 53 de preferência tendo rabichos e ranhuras estendendo-se na direção axial do corpo 50 a fim de realização do dispensamento com certeza.

[00137] Um exemplo de material da garra mandril 53 e a barra operacional 52 é um aço inoxidável austenítico ou uma ferramenta de aço. Um aço inoxidável austenítico é não-magnético, o que o torna adequado porque sua dificuldade para sofrer aquecimento indutivo. Entretanto, sua resistência ao desgaste (resistência ao risco) e apreensão de resistência é um tanto pobre. Por outro lado, uma ferramenta de aço tem excelente durabilidade em um estado frio. Uma ferramenta de aço é magnética e é facilmente afetada por aquecimento de indução, mas se o aquecimento por indução não é transportado para fora para cima das proximidades das garras mandris 53, a ferramenta de aço experiências sem problemas na aplicação prática.

[00138] O corpo 50 é de preferência feito de um material não-magnético tal como um aço inoxidável austenítico.

[00139] Figura 9(a) é uma visão explicativa mostrando esquematicamente um exemplo da estrutura de um mandril 57 adequada para uso em um aparelho de fabricação 20 de acordo com a presente invenção, a Figura 9(b) mostra um mandril 58 de um exemplo comparativo, e a Figura 9(c) mostra um mandril 57 de um exemplo da presente invenção.

[00140] Como mostrado nas Figuras 9(a) e Figura 9(c), mandril 57 compreende membros componentes 57a e 57b e um membro isolante 59. Membros componentes 57a e 57b são divididos em partes plurais (duas no exemplo ilustrado) na direção circunferencial. O membro isolante 59 está disposto entre membros componentes adjacentes 57a e 57b. O membro isolante 59 é feito de politetrafluoretileno ou similar, por exemplo.

[00141] Como mostrado na Figura 9(c), pela eliminação do membro isolante 59 entre a pluralidade de componentes 57a e 57b do mandril 57, a corrente que flui através de um membro componente 57a ou 57b é cancelada dentro de cada membro. Como resultado, as correntes de indução causada pela bobina de aquecimento de alta frequência 33 são prevenidas de fluir ao redor de componentes 57a e 57b e o aquecimento mandril 57.

[00142] Figura 10 é uma visão explicativa mostrando a estrutura de um mandril 60 tipo bucha com fendas que são adequadas para uso em um aparelho curvado de acordo com a presente invenção.

[00143] Mandril 60 tem um eixo 51 e uma alavanca operacional 52 dentro de um corpo cilíndrico do eixo 51 pode ser estendido e retraído por um cilindro *unillustrated* ou similar. A barra operacional 52 está disposta na extremidade do eixo 51. Uma bucha 61 tendo fendas 62 e um anel de selagem 63 é fornecida sobre a superfície inclinada da barra operacional 52 a fim de ser posicionada na direção axial do corpo 50. A bucha 61 tendo fendas é deformada elasticamente por movimen-

to do eixo 51 na direção axial do corpo 50 e expande ou contrai no diâmetro. Como resultado, 20 as dimensões externas do mandril 60 são aumentada ou diminuída.

[00144] Porque a bucha 61 tem uma pluralidade de fendas 62, mesmo quando a bucha é feita de metal, e pode deformar elasticamente com uma pequena força e sua temperatura não é facilmente aumentada por aquecimento indutivo.

[00145] A bucha 61 pode ser adequadamente prevenida de sofrer aquecimento indutivo simplesmente por fazer a bucha 61 a partir de um material não magnético. A fenda 62 é de preferência fornecida quando a resistência da bucha 61 é mantida adequadamente.

[00146] Figura 11(a) é uma visão explicativa mostrando a estrutura de um mandril 70 tendo uma bucha hidráulica que é adequada para uso em um aparelho de curvatura de acordo com a presente invenção, e Figura 11(b) é uma visão explicativa mostrando uma variação 70-1do mesmo.

[00147] Um canal 72 para um fluido de alta pressão 71 que foi produzido empregando uma bomba de alta pressão *unillustrated* que é formada dentro do mandril 70. Uma bucha 73 que é formado a partir de um material elástico é fornecida sobre a periferia externa da ponta do corpo do mandril 70. A bucha 73 é deformada a fim de expandir passando o fluido de alta pressão 71 ainda que o canal 72. Mandril 70 pode diminuir o diâmetro externo 5 da ponta do corpo, então pode ser empregado como um mandril tendo um pequeno diâmetro interno. A bucha 73 é de preferência feita de um metal resistente ao aquecimento.

[00148] No mandril 70-1, um cilindro 74 produz um fluido de alta pressão 71. Fazendo a área da seção transversal A_1 da porção operacional do cilindro 74 maior que a área da seção transversal A_2 de um canal 72, a pressão P2 no canal 72 pode ser elevada mesmo quando

o trabalho da pressão P1 do cilindro 74 for baixo.

[00149] Figura 12 é uma visão explicativa de um mecanismo para produção de uma pressão positiva dentro de um tubo de aço 25.

[00150] Se um membro de selagem na extremidade do tubo de aço 25 é feito de um material flexível tal como borracha, a durabilidade do membro de selagem é às vezes inadequada. Se o membro de selagem for feito de metal, às vezes não é possível prevenir penetração de água no tubo de aço 25.

[00151] Por esse motivo, um mandril 76 sobre o lado de alimentação é empregado como um mecanismo para produção de uma pressão positiva dentro de um tubo de aço 25. O mandril 76 sobre o lado de alimentação tem um canal 75 para fornecimento de ar comprimido ou um gás inerte comprimido dentro da barra operacional.

[00152] O ar comprimido ou gás inerte comprimido é de preferência fornecido para o interior do tubo de aço 25 através do canal 75 no mandril 76 sobre o lado de alimentação e é de preferência descarregado a partir da lateral sobre a qual uma saída lateral do mandril 77 é disposta.

[00153] Como resultado, a pressão positiva é mantida dentro o tubo de aço 25, e o resfriamento água a partir do dispositivo de refrigeração 14 podem ser completamente prevenidos a partir da penetração no interior do tubo de aço 25.

[00154] Um gás inerte tal como um gás nitrogênio é de preferência fornecido para o interior do tubo de aço 25 de mofo a prevenir oxidação do interior do tubo de aço 25.

[00155] Quando os mandris acima descritos prendem a superfície interna de um vazio sendo processado tendo uma seção transversal poligonal transversal tal como uma seção transversal retangular transversal, ou quando ele prende a superfície interna de um vazio sendo processado tendo uma forma de seção transversal especial transver-

sal tendo cantos, se a adesão é realizada de tal forma que contatos de mandril cada um dos cantos da superfície periférica interna do em branco seja processado, a força de adesão pode ser aumentada, e o vazio sendo processado pode ser centrado com certeza.

[00156] O aparelho de fabricação 20 é constituído como descrito acima. A seguir, a fabricação de um membro curvado 21 pelo aparelho de fabricação 20 será explicada.

[00157] Como mostrado na Figura 1(a), um tubo de aço 25 é rapidamente aquecido e resfriado localmente pelo mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 e é preso pelo meio da curvatura 24 enquanto o tubo de aço 25 é alimentado pelo meio de alimentação 22.

[00158] Neste momento, como mostrado pela seta da linha tracejada na Figura 1(a), a posição do meio de alimentação 22 é bidimensional ou tridimensionalmente mudada, e a posição do meio da curvatura 24 é bidimensional ou tridimensionalmente mudada. Além disso, o ângulo da instalação do mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 é mudado de acordo com a mudança na direção de alimentação do tubo de aço 25 pelo meio de alimentação 22. Nesta maneira como mostrado na Figura 1(b), uma primeira operação da curvatura é transportada sobre o tubo de aço 25.

[00159] Assim, a direção de alimentação sobre a entrada lateral do tubo de aço 25 (o fornecimento lateral do vazio) pode ser livremente variado sem ser limitado à direção axial. Isto é, o ângulo de incidência do tubo de aço 25 pode ser livremente variado, e o ângulo de instalação do mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 é variado de acordo com a mudança no ângulo de incidência do tubo de aço. Por esse motivo, é possível para limitar a faixa operacional do meio da curvatura 24 que é suportado pelo terceiro manipulador.

[00160] A seguir, como mostrado na Figura 1(. b), a posição de

instalação do mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 é mudada para uma posição mais próxima ao meio de alimentação 22, e como mostrado nas Figuras 1(c) e 1(d), a posição do meio de alimentação 22 é bidimensional ou tridimensionalmente variada e a posição do meio da curvatura 24 é bidimensional ou tridimensionalmente variada. Como resultado, uma segunda operação da curvatura é transportada sobre o tubo de aço 25.

[00161] Nesta maneira, (i) o primeiro manipulador 27 movimenta-se intermitentemente na direção axial da primeira porção do tubo de aço 25 e/ou movimenta-se bidimensional ou tridimensionalmente em uma direção que pode dar uma curvatura do momento para a área de temperatura elevada formada no tubo de aço 25, (ii) o terceiro manipulador 28 movimenta-se intermitentemente na direção axial da segunda porção do tubo de aço 25 e/ou movimenta-se bidirecionalmente ou tridimensionalmente em uma direção que pode dar uma curvatura do momento para a área da temperatura elevada, e (iii) o segundo manipulador 29a continuamente ou movimenta-se intermitentemente na direção axial da área de temperatura elevada do tubo de aço 25.

[00162] Como resultado, a posição de instalação do mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 é mudada para uma posição nas proximidades do meio de alimentação 22, e então a posição do meio de alimentação 22, que é suportado pelo primeiro manipulador 27, é mudada para realização da uma segunda operação da curvatura, segundo o que uma curvatura do momento pode ser transmitida para a área de temperatura elevada enquanto a área de temperatura elevada se movimenta na direção axial do tubo de aço 25. Como resultado, a faixa de movimento do meio da curvatura 24 que é suportada pelo terceiro manipulador 28 pode ser reduzida.

[00163] Com este aparelho de fabricação 20, o meio da curvatura 24 pode ser suportado por um robô industrial tendo um terceiro mani-

pulador 28 com um curto alcance.

[00164] Por esse motivo, é possível aumentar a compacidade dos aparelhos, reduzirem os custos do equipamento, e reduzir as vibrações no momento da mudança na velocidade da operação e no momento do movimento, reduzindo tanto quanto possível a velocidade da operação do robô industrial. Como resultado, um membro curvado 21 tendo melhorado a precisão dimensional pode ser fabricado com produtividade elevada e em um custo baixo.

[00165] Quando realizando curvatura com o aparelho de fabricação 20, torcendo o tubo de aço 25 ao redor seu eixo no primeiro manipulador 27 e/ou torção o tubo de aço 25 ao redor do seu eixo no terceiro manipulador 28, o tubo de aço 25 pode ser girado ao redor do seu eixo e a torção rotação relativa pode ser transportada. Como resultado, a torção torna-se possível, e um produto tendo uma porção de torção é obtido, que é desejável.

[00166] Simultaneamente o tubo de aço 25 girando ao redor do seu eixo na mesma direção no primeiro manipulador 27 e o terceiro manipulador 28 no momento da curvatura, a faixa operacional do primeiro manipulador 27 e o terceiro manipulador 28 pode ser reduzido, e de preferência ele pode ser minimizado.

[00167] Quando o segundo manipulador 29a movimenta-se na direção axial do tubo de aço 25 na direção a partir do primeiro manipulador 27 na direção do o terceiro manipulador 28 e o tubo de aço 25 é retorcido ao redor seu eixo no primeiro manipulador 27, o segundo manipulador 29a e o terceiro manipulador 28 é de preferência operado em sincronia de modo que suas direções do movimento e velocidades do movimento sejam as mesmas, a fim de melhorar a precisão dimensional do membro curvado resultante 21.

[00168] Nesta maneira, reduzindo o espaço total da instalação dos aparelhos de fabricação 20 e em particular, reduzindo tanto quanto

possível a faixa operacional do meio de adesão 24 na invenção proposta no Pedido de Patente Japonesa No. 2008-276494 é possível aumentar a compacidade dos aparelhos e reduzir os custos do equipamento, para suprimir uma mudança na velocidade operacional e vibração durante a operação e encurtar o tempo da produção reduzindo tanto quanto possível a velocidade operacional do meio de adesão 24. Como resultado, um membro curvado 21 tendo precisão dimensional melhorada pode ser fabricado com produtividade elevada enquanto reduzindo tanto quanto possível um aumento nos custos do equipamento.

[00169] Por esse motivo, a presente invenção pode fornecer um membro de resistência, um membro de reforço ou um membro estrutural do metal tendo uma forma dobrada para um automóvel, por exemplo, com excelente precisão dimensional e em um baixo custo.

Exemplo 1

[00170] A presente invenção será descrito mais concretamente referindo-se aos exemplos

[00171] Empregando um aparelho de fabricação 20 de acordo com a presente invenção como mostrado na Figura 1 e um aparelho de acordo com a invenção proposta no Pedido de Patente Japonesa Nº 2008-276494 (exemplo comparativo), uma parte tendo a forma mostrada na Figura 13 foi fabricada empregando um tubo retangular reto (dimensões externas 50 mm x 25 mm, espessura da parede de 1.0 mm) como um material vazio de partida. A velocidade de alimentação foi 80 min./segundo e o aquecimento da temperatura foi 930℃ mais alta.

[00172] No exemplo da presente invenção, o meio de alimentação 22 foi suportado por um robô industrial articulado tendo um manipulador com 6 eixos. O meio da curvatura 24 foi suportado por um robô industrial articulado tendo um manipulador com 7 eixos. O mecanismo

de formação de área de temperatura elevada 23 foi suportado por um robô industrial articulado tendo um manipulador com 6 eixos. Apenas o ângulo de instalação do mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 foi varia de acordo com a mudança na direção de alimentação do meio de alimentação 22.

[00173] Nos aparelhos do exemplo comparativo, os meios de alimentação sobre a entrada lateral eram do tipo em que um parafuso bola foi conduzido Por um servomotor. Operação de alimentação foi transportada apenas na direção axial do tubo retangular, e a posição de instalação do mecanismo de formação de área de temperatura elevada foi fixada, O meio da curvatura foi suportado por um robô industrial articulado tendo um manipulador com 7 eixos.

[00174] Os resultados do exemplo comparativo são mostrados pelo gráfico da Figura 14, os resultados da presente invenção são mostrados pelo gráfico da Figura 15, a velocidades na direção lateral dos robôs que suporta os meios de curvatura (o robô de saída lateral) no exemplo da presente invenção e o exemplo comparativo são comparados no gráfico da Figura 16, e os caminhos dos robôs são comparados no gráfico da Figura 17. Nos gráficos das Figuras 14 - 17, a direção de alimentação dos tubos retangulares é mostrada pelo eixo X e a direção da curvatura perpendicular para a direção de alimentação (a direção lateral) é mostrada pelo eixo Y.

[00175] A partir dos gráficos nas Figuras 14 - 17, pode ser visto que

[00176] (a) de acordo com a presente invenção, a faixa operacional do robô que suporta o meio da curvatura foi reduzida para aproximadamente 1/2, e

[00177] (b) de acordo com a presente invenção, a variação na velocidade operacional do robô que suporta o meio da curvatura foi reduzida para aproximadamente 1/2, segundo vibrações que tem um efeito adverso sobre a precisão de um produto foram muito reduzidos.

Exemplo 2

[00178] Neste exemplo, vibrações que são geradas em um tubo de aço durante a operação da curvatura são ainda reduzidas comparadas ao Exemplo 1, segundo o que um membro dobrada tendo ainda maior precisão dimensional é fabricado.

[00179] Neste exemplo, quando a curvatura é transportada para fora de uma cavidade tubo de aço tendo uma seção transversal fechada enquanto satisfazendo as condições 1- 6 acima descritos de acordo com a presente invenção para fabricação de um membro curvado, o primeiro manipulador não se movimenta na direção axial enquanto o terceiro manipulador movimenta-se bidimensionalmente ou tridimensionalmente, e/ou o terceiro manipulador não se movimenta na direção axial enquanto o primeiro manipulador movimenta-se bidimensionalmente ou tridimensionalmente.

[00180] Como resultado, vibrações que se desenvolvem em um tubo de aço durante a curvatura devido ao movimento do primeiro manipulador na direção axial sendo obstruído pelo terceiro manipulador que se movimenta bidimensionalmente ou tridimensionalmente, ou vibrações que se desenvolvem em um tubo de aço durante curvatura devido ao movimento do terceiro manipulador na direção axial sendo obstruído pelo primeiro manipulador que se movimenta bidimensional ou tridimensionalmente são ambos marcadamente reduzidos.

[00181] Figura 18(a) é uma visão explicativa mostrando esquematicamente a forma de um membro curvado fabricado pelo Exemplo 2, Figura 18(b) é um gráfico mostrando os deslocamentos, a aceleração na direção X, e a aceleração na direção Y do primeiro através do terceiro manipulador quando a fabricação de um membro dobrada enquanto se movimenta apenas o primeiro manipulador na direção axial de um tubo de aço, e a Figura 18(c) é um gráfico mostrando o deslocamento, da aceleração na direção X, e da aceleração na direção Y do

primeiro através do terceiro manipulador enquanto a fabricação de um membro curvado enquanto se movimenta cada um do primeiro através do terceiro manipulador na direção axial e a direção da curvatura de um tubo de aço.

[00182] Como mostrado na Figura 18(b), onde da fabricação de um membro curvado enquanto se movimenta apenas o primeiro manipulador na direção axial de um tubo de aço, o movimento do primeiro manipulador na direção axial é obstruído pelo terceiro manipulador que movimenta-se bidimensionalmente ou tridimensionalmente. Por esse motivo, vibrações desenvolvidas no tubo de aço sofrem curvatura, a aceleração do terceiro manipulador em ambas as direções X e Y tornam-se extremamente maior, e a precisão dimensional do membro curvado sendo fabricado diminui.

[00183] Em contraste, no exemplo da presente invenção, como mostrado pela Figura 18(c), primeiro, em um estado em que um tubo de aço é realizado pelo primeiro manipulador e o terceiro manipulador, o segundo manipulador é operado para movimentar o meio de aquecimento e resfriamento 23 na direção axial do tubo de aço (a direção X). Então, no tempo de curvatura das curvas 1- 4 o primeiro manipulador e o terceiro manipulador são simultaneamente movidos na direção da curvatura (a direção Y neste caso) e um momento da curvatura é transmitido para o tubo de aço. Neste momento, o segundo manipulador varia a posição e a direção do mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 de acordo com a forma do tubo de aço.

[00184] Nesta maneira, movimentando a mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 na direção axial de um tubo de aço sem alimentação o tubo de aço mantém o primeiro manipulador e o terceiro manipulador na direção axial, a curvatura é transportada para fora enquanto a produção relativa do movimento do mecanismo de formação de área de temperatura elevada 23 e o tubo de aço na dire-

ção axial. Como resultado, a aceleração do tubo de aço próprio na direção X torna-se substancialmente zero, e variações na aceleração na direção X são reduzidas e vibrações são diminuídas quando uma tensão da curvatura é transmitida pelo primeiro manipulador e/ou o terceiro manipulador.

[00185] Em comparação com o Exemplo 1, este exemplo elimina as obstruções do movimento do primeiro manipulador na direção axial pelo terceiro manipulador que se movimenta bidimensional ou tridimensionalmente. Por esse motivo, vibrações do tubo de aço no momento da curvatura são reduzidas, aceleração na direção X sobre a direção Y do primeiro através terceiro manipulador torna-se extremamente pequena, e a precisão dimensional de um membro curvado que é fabricado é aumentada.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para fabricar um membro curvado (8, 13, 21), caracterizado pelo fato de que compreende curvar uma cavidade de metal vazio (25) tendo uma seção transversal fechada satisfazendo as seguintes condições 1 - 6:

Condição 1: um primeiro manipulador (27) adere uma primeira porção do metal vazio (25) localizado na lateral de uma primeira extremidade do mesmo;

Condição 2: um segundo manipulador (29a) suporta um mecanismo de formação de área de temperatura elevada (23) que aquece uma região do metal vazio (25) que está localizada entre a primeira porção e uma segunda porção localizada na lateral de uma segunda extremidade do metal vazio (25) e então executa o resfriamento, formando assim uma área de temperatura elevada em uma porção da região;

Condição 3: um terceiro manipulador (28) adere a segunda porção do metal vazio (25);

Condição 4: o primeiro manipulador (27) se movimenta bidimensional ou tridimensionalmente, de tal forma que uma curvatura do momento pode ser transmitida para a área de temperatura elevada;

Condição 5: o terceiro manipulador (28) se movimenta bidimensional ou tridimensionalmente, de tal forma que uma curvatura do momento pode ser transmitida para a área de temperatura elevada; e

Condição 6: satisfazendo as condições 4 e 5, uma curvatura do momento é transmitida para a área de temperatura elevada enquanto a produção relativa do movimento do mecanismo de formação de área de temperatura elevada em relação ao metal vazio (25) em sua direção axial.

2. Método para fabricar um membro curvado, de acordo

com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

o primeiro manipulador (27) opera a fim de produzir uma torção no movimento do metal vazio (25) ao redor seu eixo, e/ou

o terceiro manipulador (28) opera a fim de produzir uma torção no movimento do metal vazio (25) ao redor seu eixo.

3. Método para fabricar um membro curvado, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a posição de instalação do mecanismo de formação da área de temperatura elevada é movida para uma posição mais próxima da primeira porção.

4. Método para fabricar um membro curvado, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, quando o terceiro manipuladorse movimenta bidimensional ou tridimensionalmente, e/ou quando o primeiro manipulador se movimenta bidimensional e tridimensionalmente, o segundo manipulador movimenta o mecanismo de formação de área de temperatura elevada na direção axial do metal vazio.

5. Método para fabricar um membro curvado, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o mecanismo de formação de área de temperatura elevada (23) tem um meio de aquecimento para aquecimento o metal vazio (25) e um meio de resfriamento para formar uma área de temperatura elevada por resfriamento o metal vazio (25) que foi aquecido por este meio de aquecimento.

6. Aparelho para fabricar um membro curvado (21) compreendendo um primeiro manipulador (27), um segundo manipulador (29a), e um terceiro manipulador (28), caracterizado pelo fato de que é capaz de fabricar um membro curvado através da realização da curvatura em uma cavidade do metal vazio (25) tendo uma seção transversal fechada a fim de satisfazer as seguintes condições de 1 a 3:

o primeiro manipulador (27): configurado para aderir uma

primeira porção de um metal vazio (25) localizado na lateral de uma primeira extremidade do mesmo;

o segundo manipulador (29a): suportando um mecanismo de formação de área de temperatura elevada (23) que aquece uma região do metal vazio (25) que é localizado entre a primeira porção e uma segunda porção localizada na lateral de uma segunda extremidade do metal vazio (25) e então executa resfriamento, formando assim uma área de temperatura elevada em uma porção da região

o terceiro manipulador (28): configurado para aderir a segunda porção do metal vazio (25);

Condição 1: o primeiro manipulador (27) se movimenta bidimensional ou tridimensionalmente, de tal forma que a curvatura do momento pode ser transmitida para a área de temperatura elevada;

Condição 2: o terceiro manipulador (28) se movimenta bidimensional ou tridimensionalmente, de tal forma que uma curvatura do momento pode ser transmitida para área de temperatura elevada; e

Condição 3: satisfazendo as condições 1 e 2, uma curvatura do momento é transmitida para a área de temperatura elevada enquanto a produção relativa movimento do mecanismo de formação de área de temperatura elevada em relação ao metal vazio (25) em sua direção axial.

7. Aparelho para fabricar um membro curvado, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que compreende ainda

um meio de alimentação (22) que está disposto em uma primeira posição a fim de ser capaz de se movimentar bidimensional ou tridimensionalmente e que pode alimentar uma cavidade do metal vazio (25) tendo uma seção transversal fechada enquanto muda a direção de alimentação,

um meio de aquecimento (23) que é posicionado em uma

segunda posição a jusante da primeira posição na direção de alimentação do metal vazio (25) e que é configurado para aquecer toda ou uma porção da circunferência do metal vazio (25) sendo alimentado, e

um meio de resfriamento (23) que é disposto em uma terceira posição à jusante da segunda posição na direção de alimentação do metal vazio (25) e que é configurado para esfriar a porção do metal vazio (25) sendo alimentado, que foi aquecido por meio de aquecimento, e

um meio da curvatura (24) que está disposto em uma quarta posição a jusante da terceira posição na direção de alimentação do metal vazio (25) a fim de ser capaz de se movimentar bidimensional ou tridimensionalmente e que junto com o meio de alimentação (22) é configurado para transmitir um momento da curvatura para a porção de aquecido do metal vazio (25) pela adesão de pelo menos uma localização do metal vazio (25) sendo alimentado e, desse modo, curvar o metal vazio (25) em uma forma desejada, em que o meio de aquecimento (23) e o meio de resfriamento (23) têm a função que seus ângulos da instalação podem ser mudados de acordo com a mudança na direção de alimentação do metal vazio (25) pelo meio de alimentação (22).

8. Aparelho para fabricar um membro curvado, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o meio de aquecimento (23) e o meio de resfriamento (6) têm a função que suas posições de instalação podem ser mudadas para posições fechadas para a posição do meio de alimentação (22).

9. Aparelho para fabricar um membro curvado, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o meio de alimentação é suportado pelo primeiro manipulador, o meio de aquecimento e o meio de resfriamento (23) são suportados por um segundo manipulador (29a), e o meio da curvatura é suportado por um terceiro

manipulador (28).

10. Aparelho para fabricar um membro curvado, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, caracterizado pelo fato de que

o primeiro manipulador (27) é configurado para operar de modo a produzir uma torção no movimento do metal vazio (25) ao redor do seu eixo, e/ou

o terceiro manipulador (28) é configurado para operar de modo a produzir uma torção no movimento do metal vazio (25) ao redor do seu eixo.

11. Aparelho para fabricar um membro curvado, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 10, caracterizado pelo fato de que

o primeiro manipulador (27) é um manipulador de um primeiro robô industrial articulado verticalmente,

o segundo manipulador (28) é um manipulador de um segundo robô industrial articulado verticalmente, e

o terceiro manipulador (29a) é um manipulador de um terceiro robô industrial articulado verticalmente.

12. Aparelho para fabricar um membro curvado, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 11, caracterizado pelo fato de que o primeiro manipulador (27) e o terceiro manipulador (28) são manipuladores de uma ramificação dupla do primeiro robô industrial (26) e o segundo manipulador é um manipulador de um segundo robô industrial articulado verticalmente (29).

13. Aparelho para fabricar um membro curvado, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 12, caracterizado pelo fato de que um quarto manipulador é fornecido para suportar um metal vazio que sofreu curvatura e, desse modo, suprimir um decréscimo na precisão dimensional do metal vazio (25).

FIG. 1

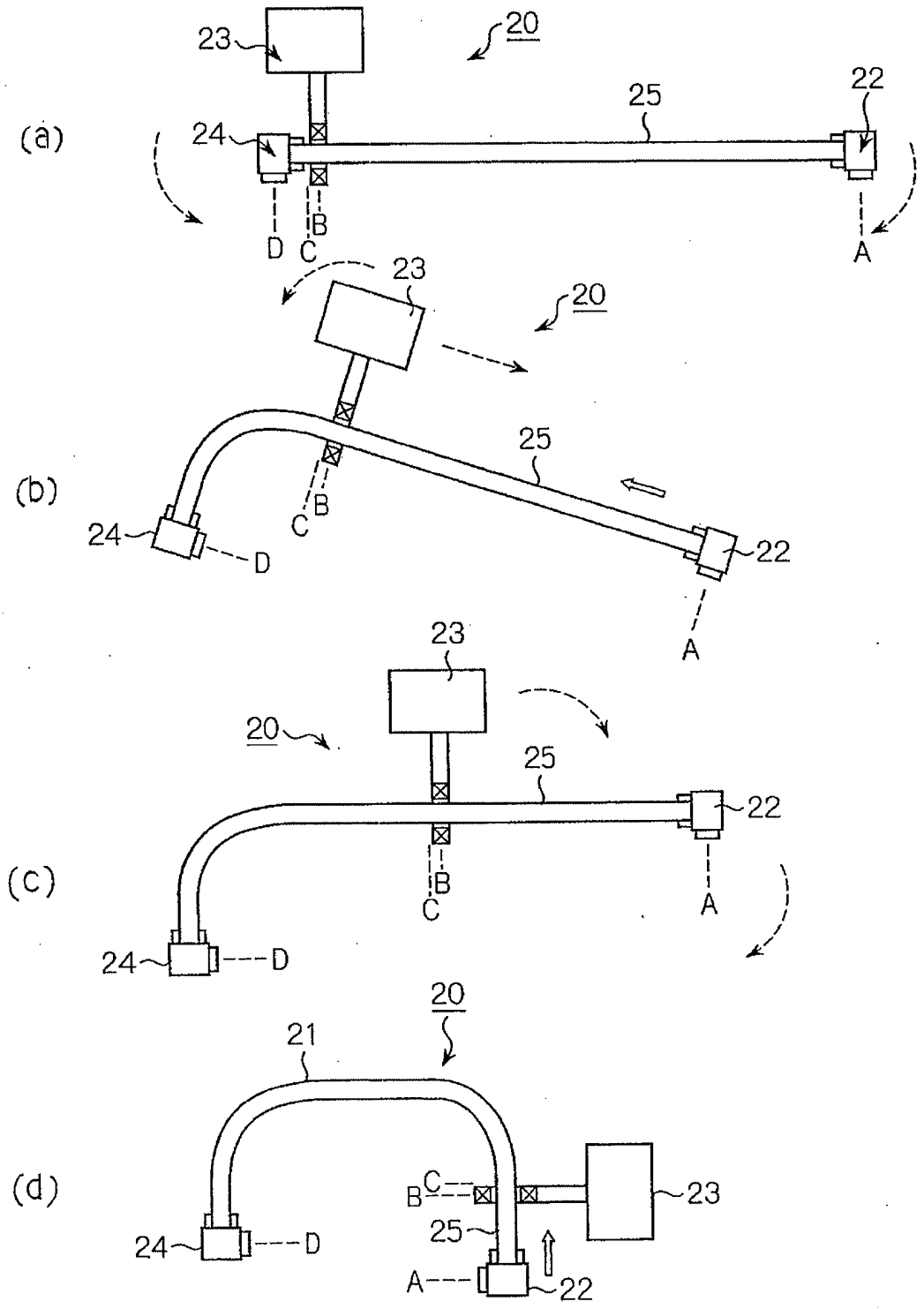

(a)
23
20
22
25
24
D
C
B
A
(b)
23
20
25
24
D
C
B
22
A
(c)
23
20
25
22
B
C
A
24
D
(d)
20
21
B
C
23
25
24
D
A
22

FIG. 2

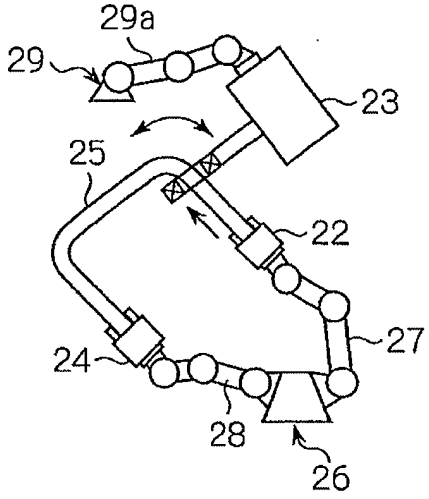

29a
29
23
25
22
27
24
28
26

FIG. 3

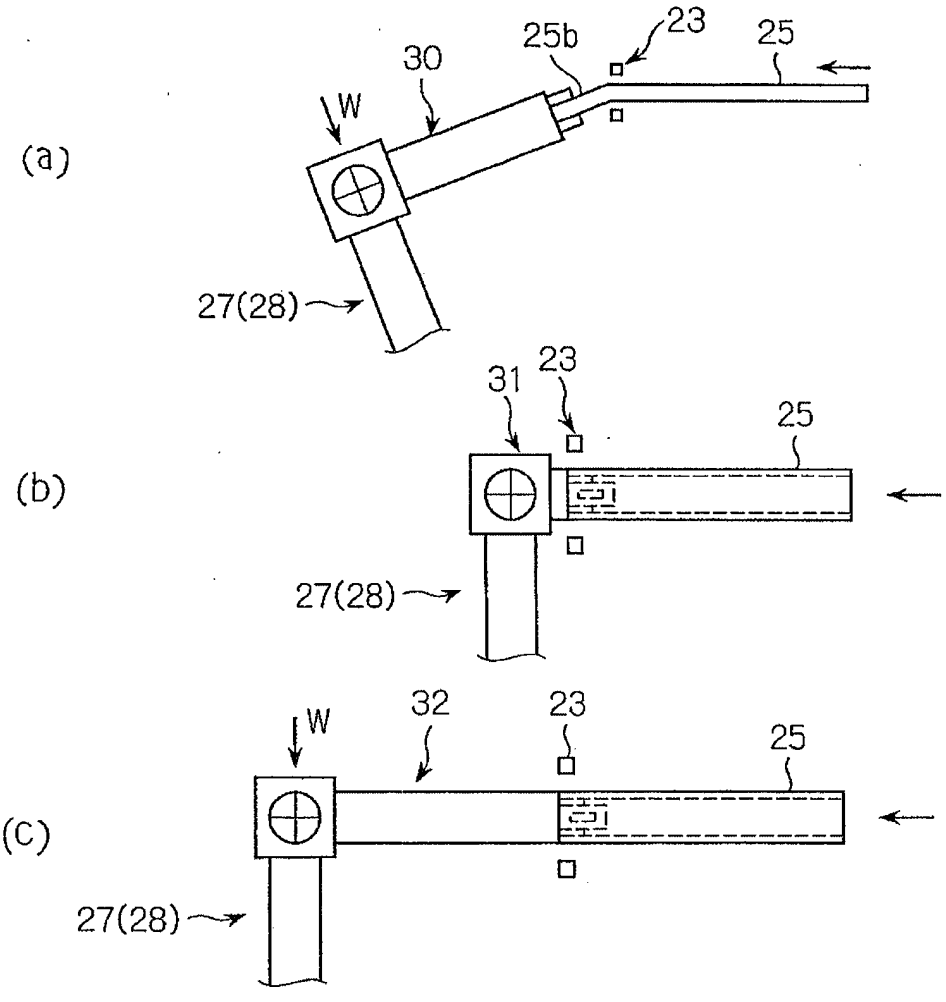

(a)
W
30
25b
23
25
27(28)
(b)
31
23
25
27(28)
(c)
W
32
23
25
27(28)

FIG. 4

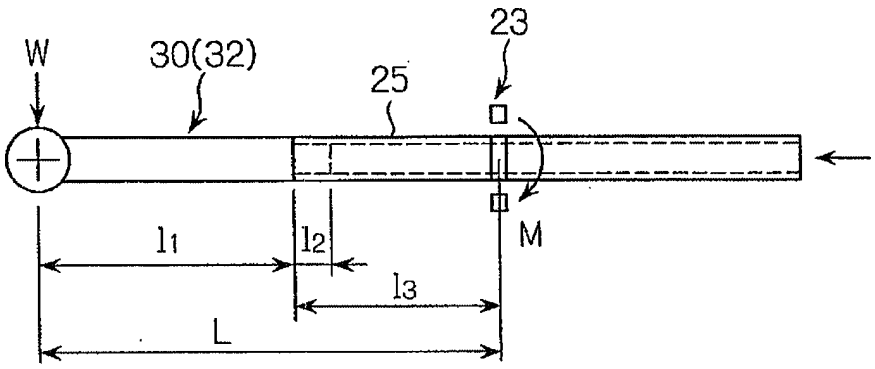


FIG. 5

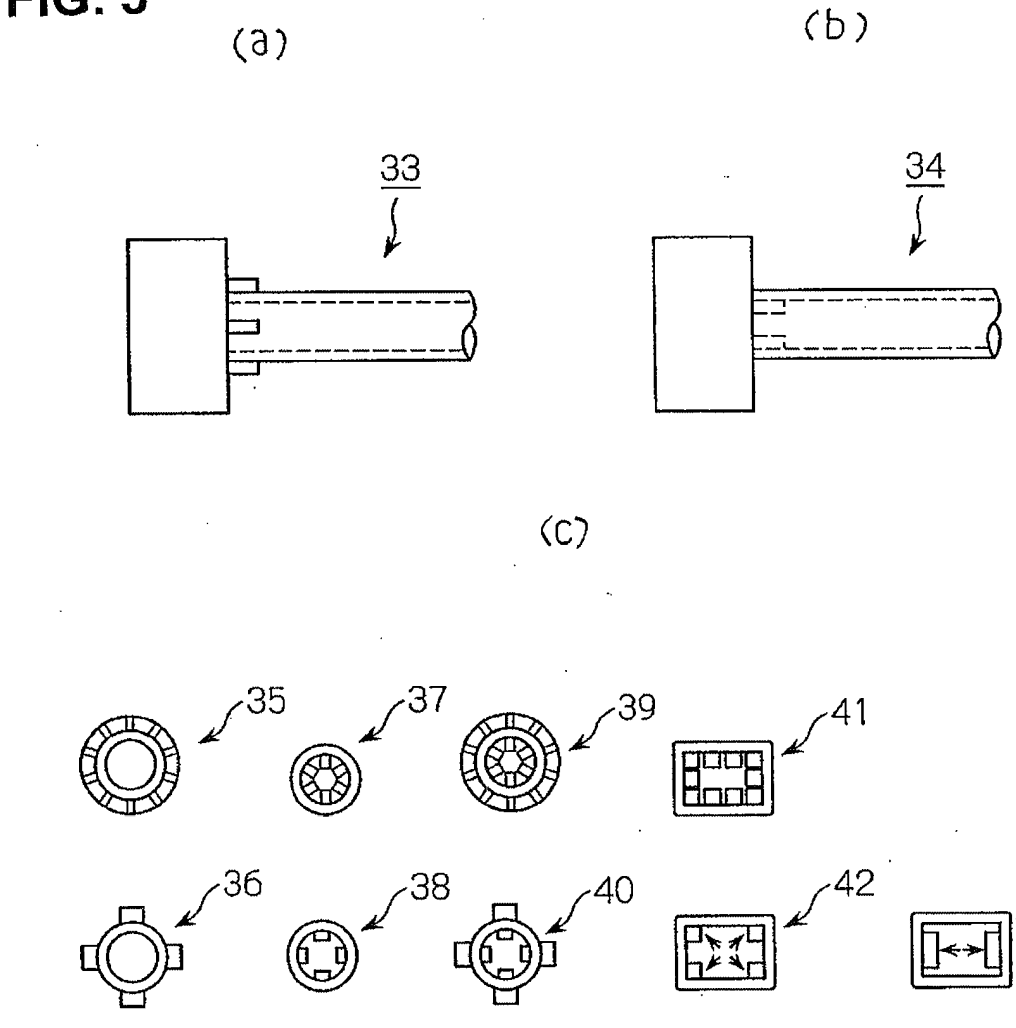


FIG. 6

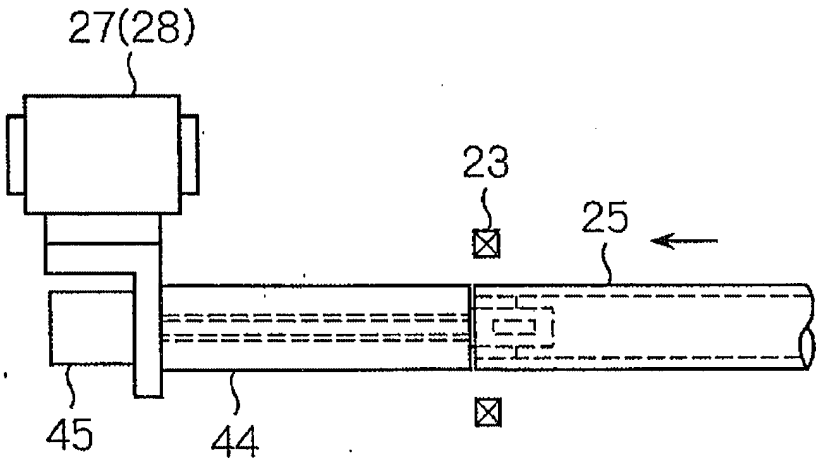


FIG. 7

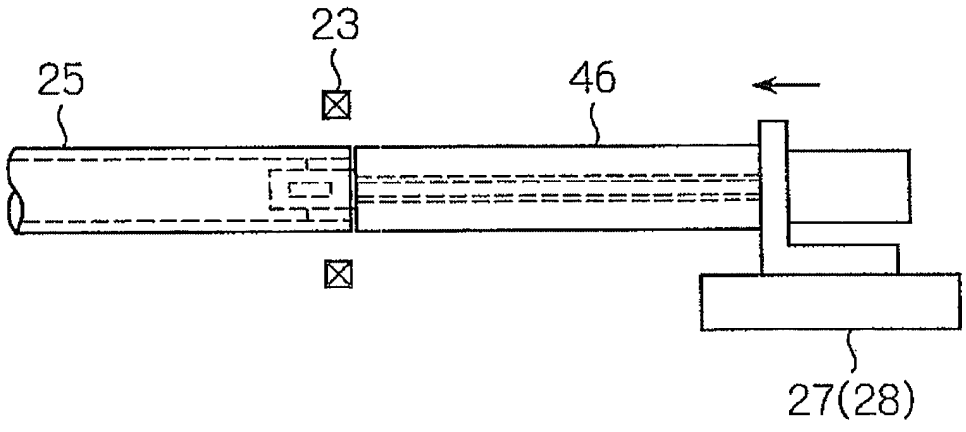
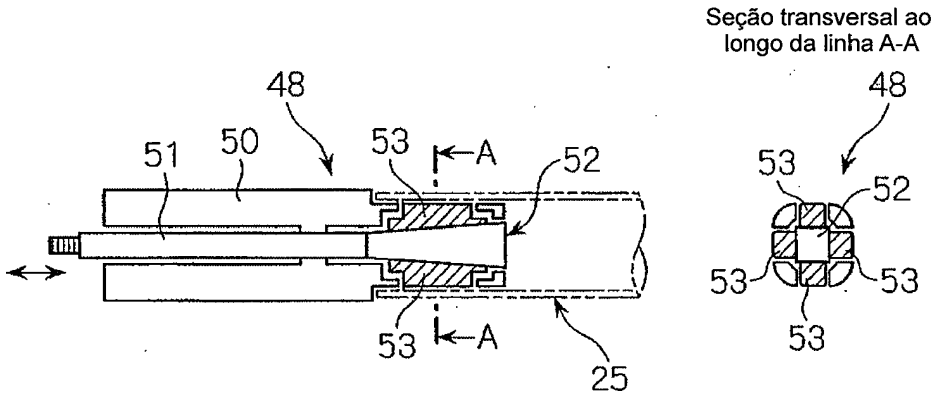
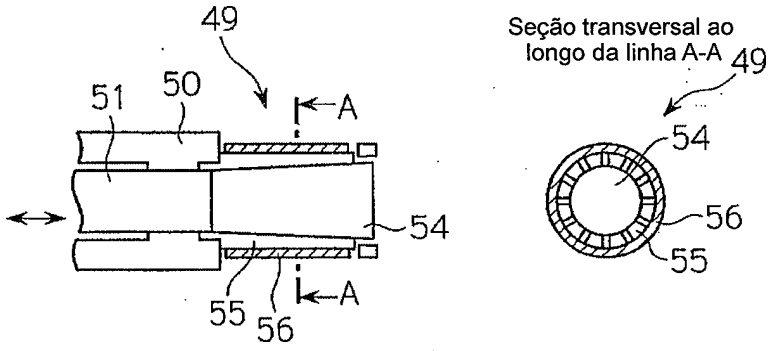


FIG. 8

(a)


Seção transversal ao longo da linha A-A
48
51
50
53
A
52
53
A
25
48
53
52
53
53
53

(b)


49
51
50
A
54
55
56
A
Seção transversal ao longo da linha A-A
49
54
56
55

(c)

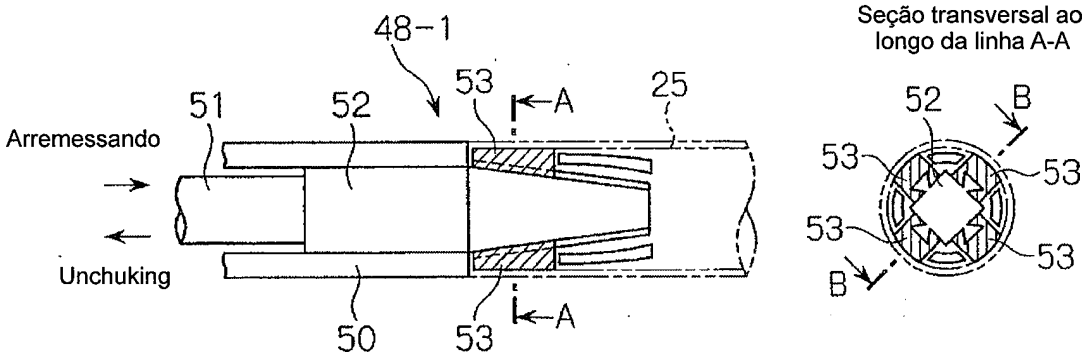

48-1
53
A
25
51
52
Arremessando
Unchuking
50
53
A
Seção transversal ao longo da linha A-A
52
B
53
53
53
53
B

FIG. 9

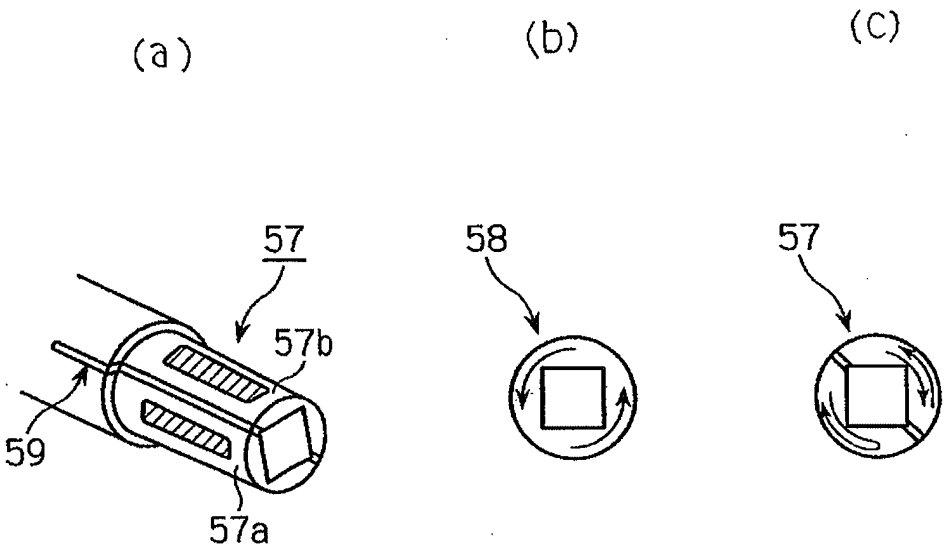


FIG. 10

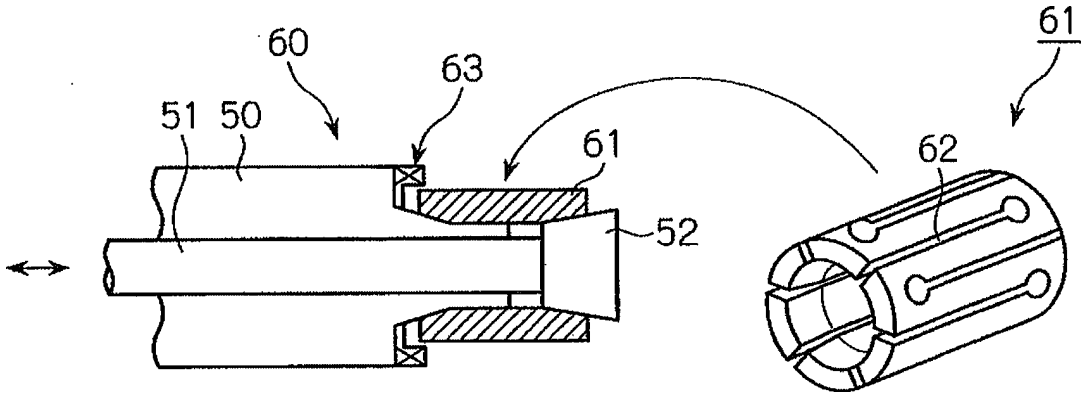


FIG. 11

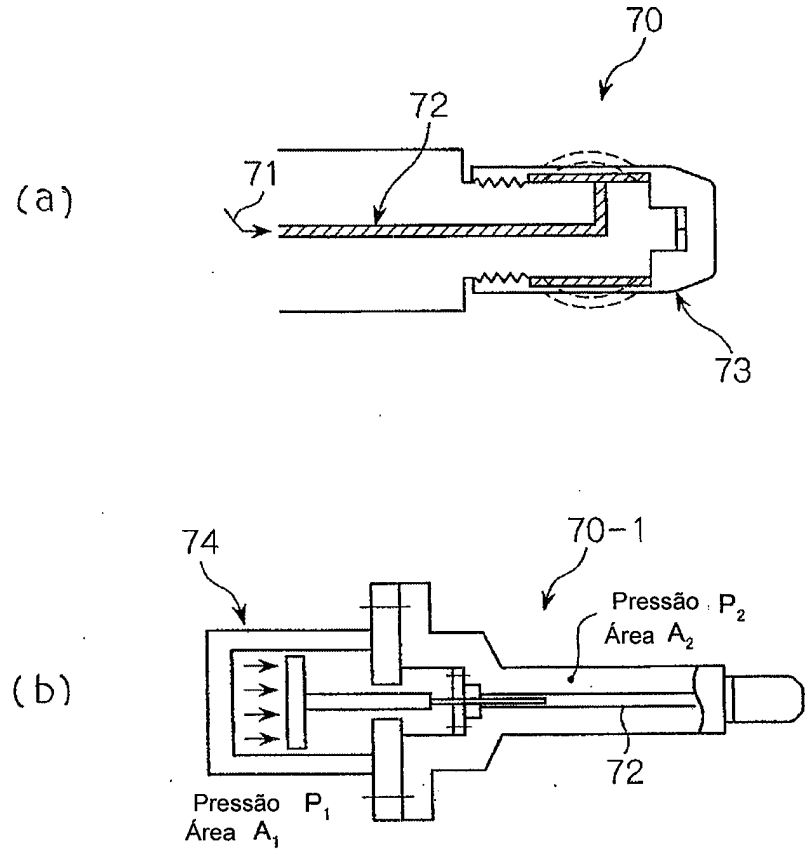

(a)
70
72
71
73
(b)
74
70-1
Pressão P2
Área A2
72
Pressão P1
Área A1

FIG. 12

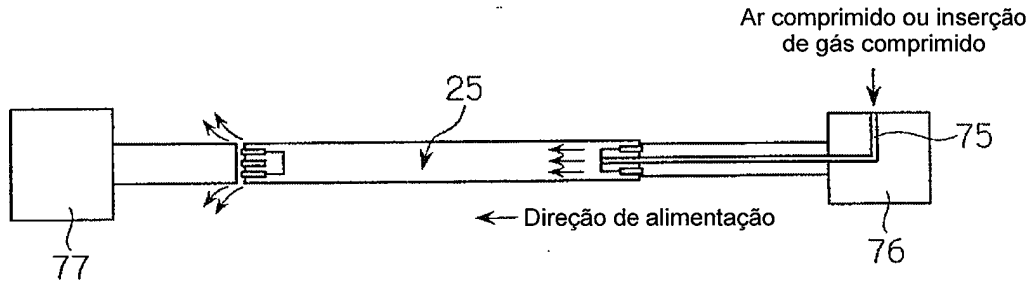

Ar comprimido ou inserção de gás comprimido
25
75
Direção de alimentação
77
76

FIG. 13

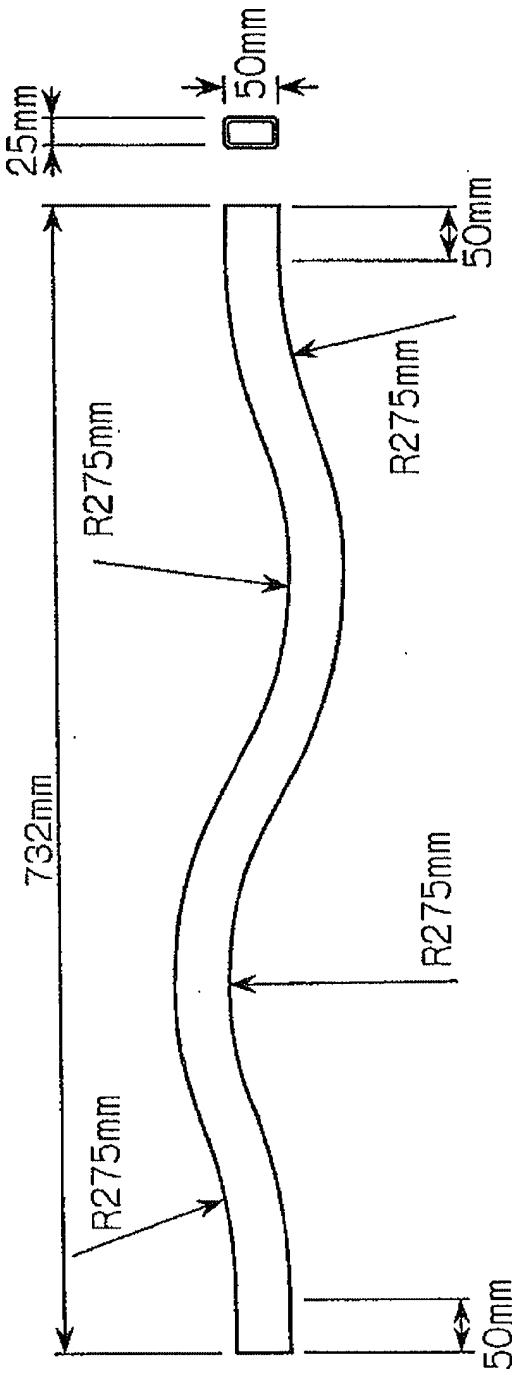
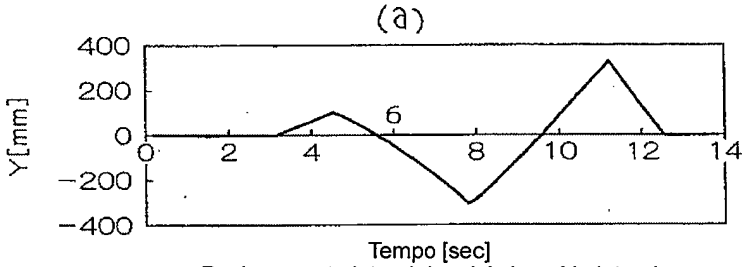
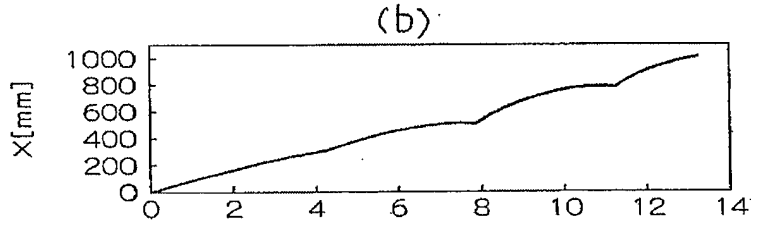


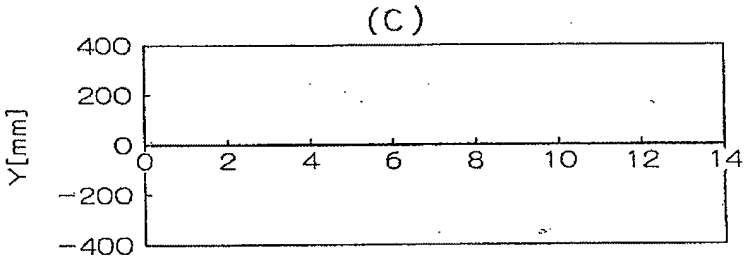
FIG. 14



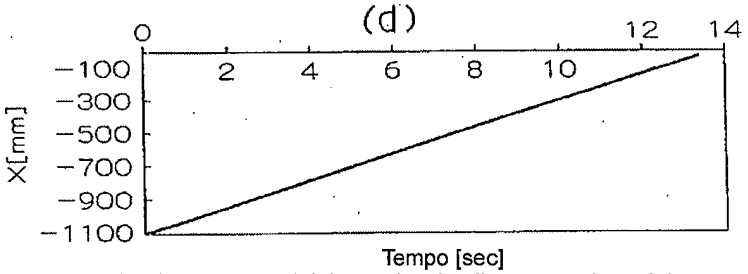
Tempo [sec]
Deslocamento lateral do robô da saída lateral



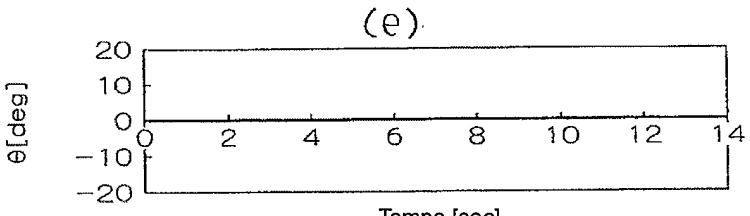
Tempo [sec]
Deslocamento axial do robô da saída lateral



Tempo [sec]
Deslocamento lateral dos meios de alimentação lateral de entrada

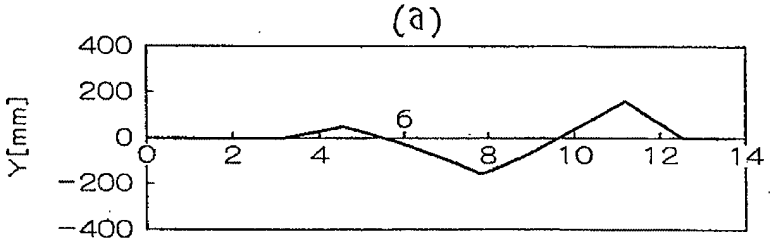


Tempo [sec]
Deslocamento axial dos meios de alimentação lateral de entrada

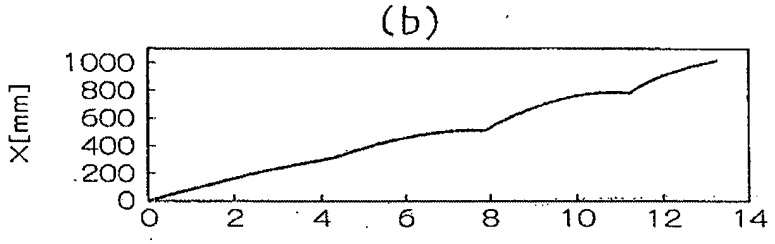


Tempo [sec]
Ângulo da bobina de aquecimento e invólucro de refrigeração

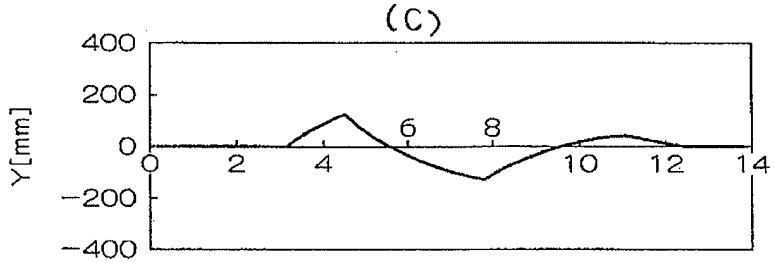
FIG. 15



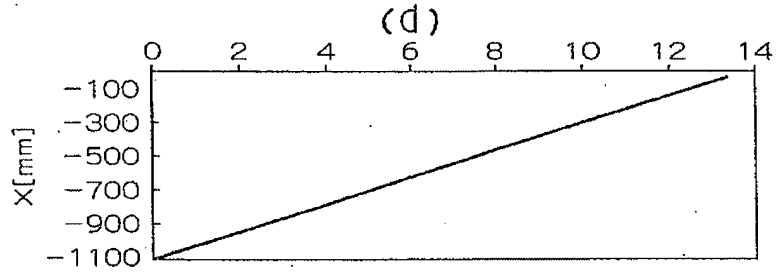
Tempo [sec]
Deslocamento lateral do robô da saída lateral



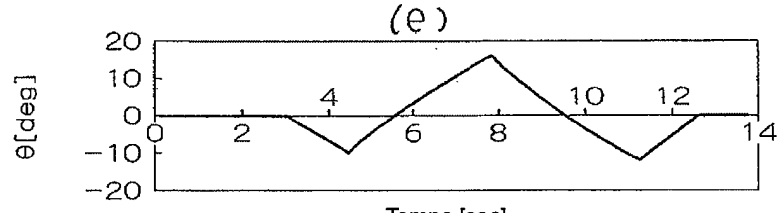
Tempo [sec]
Deslocamento axial do robô da saída lateral



Tempo [sec]
Deslocamento lateral dos meios de alimentação lateral de entrada



Tempo [sec]
Deslocamento axial dos meios de alimentação lateral de entrada



Tempo [sec]
Ângulo da bobina de aquecimento e invólucro de refrigeração

FIG. 16

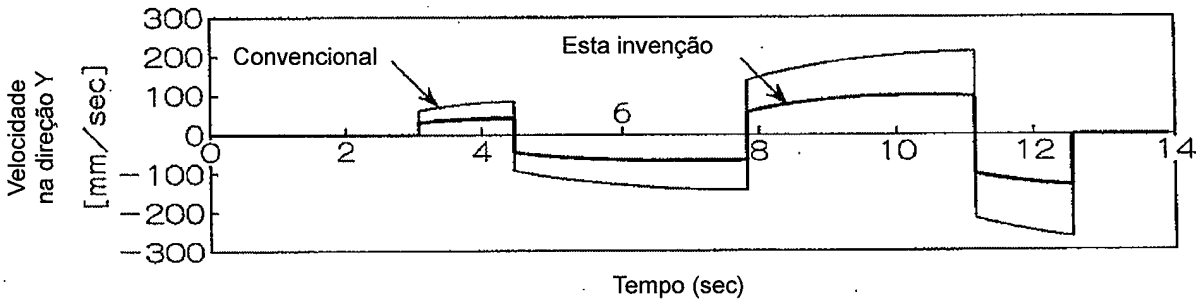

Velocidade na direção Y [mm/sec]
300
200
100
0
−100
−200
−300
Convencional
Esta invenção
0
2
4
6
8
10
12
14
Tempo (sec)

FIG. 17

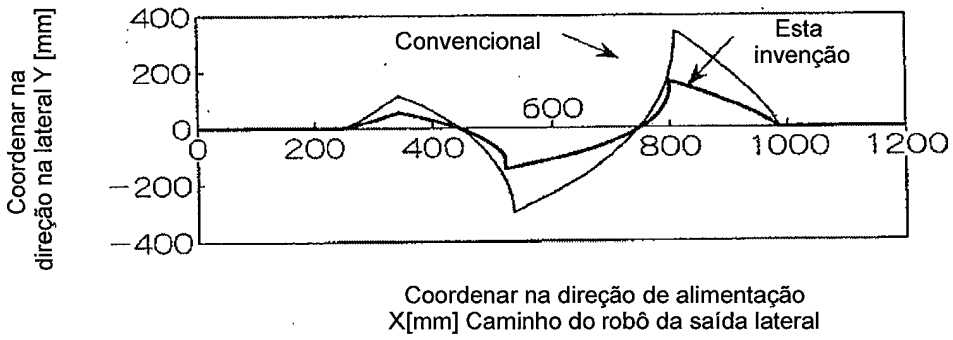

Coordenar na direção na lateral Y [mm]
400
200
0
−200
−400
Convencional
Esta invenção
0
200
400
600
800
1000
1200
Coordenar na direção de alimentação X[mm] Caminho do robô da saída lateral

FIG. 18

12/14

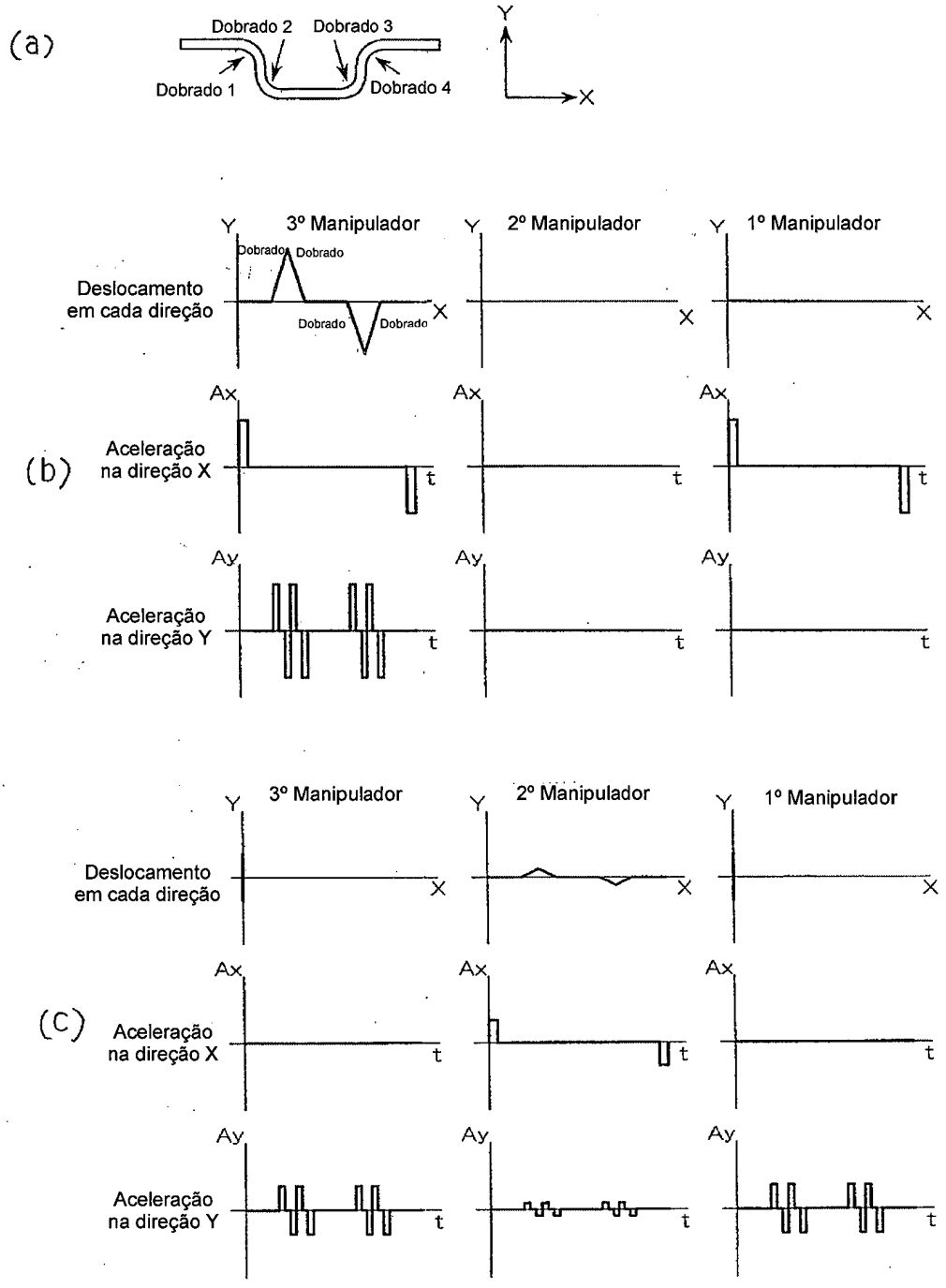

(a)
Dobrado 2
Dobrado 3
Dobrado 1
Dobrado 4
Y
X
(b)
3º Manipulador
2º Manipulador
1º Manipulador
Deslocamento em cada direção
Dobrado
Dobrado
Dobrado
Dobrado
Aceleração na direção X
Aceleração na direção Y
Ax
Ay
t
(c)
3º Manipulador
2º Manipulador
1º Manipulador
Deslocamento em cada direção
Aceleração na direção X
Aceleração na direção Y

FIG. 19

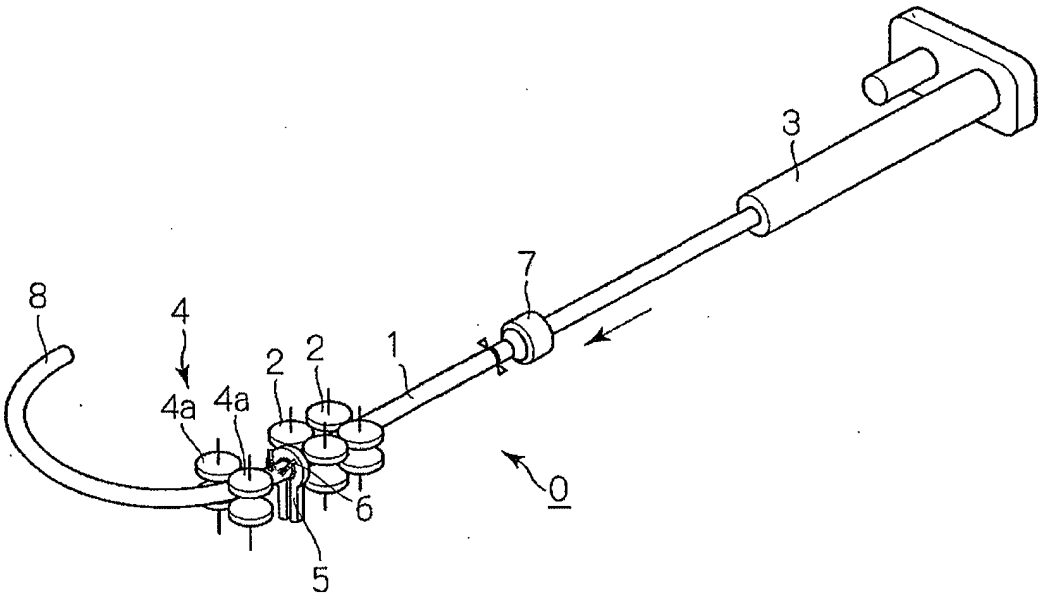


FIG. 20

