



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

(11) PI 0621126-7 B1



(22) Data do Depósito: 21/12/2006

(45) Data de Concessão: 28/05/2019

(54) Título: APARELHO PARA MANUFATURAR UMA ESTRUTURA TUBULAR DE TIRA ENROLADA HELICOIDALMENTE, ESTRUTURA TUBULAR E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA TUBULAR

(51) Int.Cl.: B21C 37/12.

(30) Prioridade Unionista: 23/12/2005 GB 0526409.8.

(73) Titular(es): ITI SCOTLAND LIMITED.

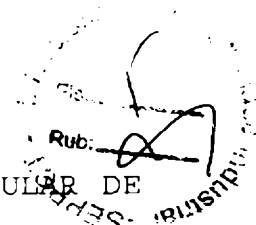
(72) Inventor(es): JOHN PETER BOOTH.

(86) Pedido PCT: PCT GB2006050471 de 21/12/2006

(87) Publicação PCT: WO 2007/072079 de 28/06/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/06/2008

(57) Resumo: APARELHO PARA MANUFATURAR UMA ESTRUTURA TUBULAR DE TIRA ENROLADA HELICOIDALMENTE, ESTRUTURA TUBULAR E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA TUBULAR. Trata-se de um aparelho (50) e um método de fabricação de estruturas tubulares enroladas helicoidalmente (116) que incluem uma placa anterior rotativa (74) em cima da qual é montada uma pluralidade de rolos definidores de diâmetro (78) que, em operação, fazem com que um material de tira (80) seja plasticamente deformado como um enrolamento helicoidal que pode estar posicionado para baixo em relação ao confinamento ou de auto-sobreposição para formar a dita estrutura tubular (116).

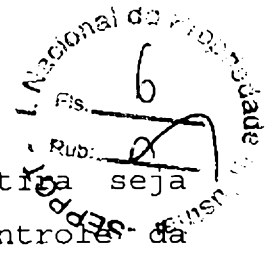


APARELHO PARA MANUFATURAR UMA ESTRUTURA TUBULAR DE
TIRA ENROLADA HELICOIDALMENTE, ESTRUTURA TUBULAR E MÉTODO DE
FABRICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA TUBULAR

DESCRIÇÃO

5 A presente invenção refere-se a um aparelho e a um
método de fabricação de estruturas enroladas helicoidalmente,
e refere-se particularmente à fabricação de tubulações e de
estruturas longitudinais formadas ao enrolar tiras de metal
10 tais como recipientes de armazenagem, torres e estruturas de
suporte também podem ser beneficiadas pelas características
descritas na presente invenção.

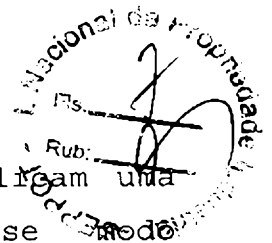
Atualmente, é conhecida a fabricação de estruturas
tubulares através do enrolamento da tira de metal pré-formada
15 em um mandril rotativo de modo que a tira seja depositada no
mandril de uma maneira auto-sobreposta e seja mantida no
lugar pela deformação mecânica de uma borda da mesma de modo
que seja bloqueada com uma borda adjacente, para reter desse
modo a tira no lugar na estrutura final. O pedido de patente
20 EP0335969 descreve um aparelho para formar uma estrutura
tubular enrolada helicoidalmente formada a partir de uma tira
de metal lisa enrolada em um mandril. A tira lisa é
alimentada de um ou outro de um par de carretéis de
suprimento montados de modo concêntrico com o eixo da
25 estrutura tubular a ser produzida. Uma cabeça de enrolamento
rotativa é utilizada para enrolar a tira no mandril e inclui
uma pluralidade de rolos de formação movidos por rolos que
conferem uma forma inicial à seção transversal da tira de
metal antes que ela seja passada para um conjunto final de
30 rolos que colocam a tira no mandril e então se moldam sobre
uma borda da tira de modo que elas fiquem mecanicamente
travadas na camada precedente sobre a qual ela é enrolada.
Este é um processo complexo. Também é apresentado um



mecanismo para assegurar que a alimentação da tira seja mantida constante e esse mecanismo inclui o controle da velocidade dos rolos de formação. As bobinas de alimentação coaxiais são alimentadas a partir de um carretel de alimentação externo de modo a manter o suprimento das mesmas. Uma estação de soldagem é utilizada para unir uma extremidade do material de tira à outra, sem ter que parar a máquina.

Também é conhecido o controle do diâmetro final da tubulação formada através do controle de uma pluralidade de rolos formadores de raio imediatamente antes que a tira seja enrolada em sua estrutura final. Tal arranjo é descrito no pedido de patente US3851376 que se refere a um método e um aparelho para a formação de uma tubulação de metal vedada de emenda helicoidal em que a força de recuperação de mola do material é controlada dentro dos limites permissíveis. Uma pluralidade de rolos de formatação é empregada para esta finalidade e inclui um arranjo de três rolos de rolos fixos cuja posição é selecionada e ajustada para conferir um raio de curvatura desejado a uma tira de metal enquanto ela passa através dos rolos. Um rolo adicional é deslocável em resposta a um sinal de realimentação indicativo da força de recuperação de mola para aumentar ou diminuir a força de formação conforme necessário para assegurar que a força de recuperação de mola seja mantida dentro dos limites desejados.

Também é conhecida a deformação de uma tira de metal e seu enrolamento em uma estrutura enrolada helicoidalmente auto-sobreposta e o emprego de um adesivo para manter a tira em sua forma final. Infelizmente, a tira mantém a sua capacidade de retornar à sua forma relaxada (plana) e o adesivo é necessário a fim de impedir que a tira se destaque e desenrole. Adicionalmente, a estrutura final sofre uma força de desprendimento elevada criada pelas forças

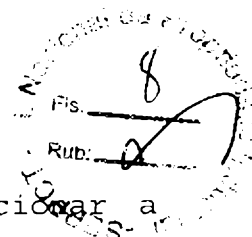


dentro da tira deformada plasticamente e estas aplicam uma enorme carga sobre o próprio adesivo, desse modo comprometendo a integridade estrutural da estrutura e limitando a sua capacidade de compressão significativamente abaixo de seu limite teórico.

Embora os arranjos acima confirmam métodos perfeitamente aceitáveis de fabricação de tubulações, eles se baseiam na deformação plástica de uma borda do material de tira para assegurar que o produto permaneça unido ou deve girar o produto final durante o processo de formação, ambos os quais podem ser problemáticos. Por exemplo, a força requerida para deformar uma borda da tira de metal quando ela é depositada sobre uma camada previamente depositada e para travá-la à mesma é significativa. Adicionalmente, tais máquinas consomem quantidades desnecessariamente grandes de energia e são muito lentas, uma vez que a operação de tal processo de deformação em alta velocidade é extremamente difícil. Este último problema de ter que girar o produto durante a formação limita a utilização deste arranjo para a produção de seções relativamente curtas de tubulação, e tais seções devem ser unidas se uma seção longa for requerida. Quando da deposição de tubulações transcontinentais, é extremamente indesejável a introdução de qualquer uma dessas junções, uma vez que elas tendem a ser caras de incorporar e problemáticas em operação.

Um objetivo da presente invenção consiste na obtenção de um aparelho e um método de fabricação de estruturas tubulares que reduz e possivelmente supera alguns dos problemas associados com a técnica anterior.

Conseqüentemente, a presente invenção apresenta um aparelho para a fabricação de uma estrutura tubular de tira enrolada helicoidalmente, o qual compreende: uma placa anterior, montada para a rotação em torno de um eixo



longitudinal; um mecanismo de impulsão, para direcionar a placa anterior em uma primeira direção em torno do dito eixo longitudinal; e rolos definidores de diâmetro, montados na dita placa anterior para fazer com que o material de tira se
- 5 dobre em um diâmetro predeterminado antes de ser formado como uma estrutura tubular.

De preferência, o aparelho inclui um conjunto de rolos de formatação, montado para a rotação com a dita placa anterior e para a formação de um perfil em seção transversal
10 no material de tira antes de sua formação até um diâmetro predeterminado. Um ou mais dos ditos rolos de formatação podem ser rolos impelidos.

De preferência, os rolos definidores de diâmetro incluem três rolos mutuamente confrontantes, sendo que um
15 deles é ajustável em relação aos outros dois para fazer com que qualquer material de tira que passe entre os ditos rolos adote um raio de curvatura definido pela relação posicional entre os ditos rolos.

Em um arranjo particular, os rolos definidores de diâmetro incluem um par de rolos de compressão rotacionáveis
20 em torno dos seus próprios eixos longitudinais e entre os quais uma tira de material pode passar e um rolo de anel que é ajustável em relação a um primeiro rolo de compressão pela rotação em torno do eixo do segundo.

Em um arranjo mais conveniente, o aparelho inclui um acionador conectado ao dito rolo de anel para efetuar o ajuste em relação ao dito segundo rolo de compressão.
25

Vantajosamente, o aparelho pode ser equipado com um rolo de reação contra o qual as forças de formação exercidas
30 em qualquer tira que é levada a adotar um raio de curvatura pelo rolo de anel serão reagidas.

De preferência, o aparelho inclui um segundo acionador para fazer com que a posição axial do rolo de



reação seja variada em relação a um rolo de compressão. Um acionador também pode ser provido para efetuar um ajuste axial de um dos ditos rolos de compressão em relação ao outro.

5 Vantajosamente, o aparelho inclui um dispositivo de impulsão para impelir um ou mais dos ditos rolos definidores de diâmetro.

10 Em um arranjo particularmente conveniente, o aparelho inclui um computador acoplado ao dito acionador ou acionadores para controlar a relação posicional do rolo ou rolos. O dito computador pode compreender um computador programado para controlar o dito rolo ou rolos de acordo com um programa predeterminado.

15 De preferência, o aparelho inclui um primeiro conjunto de engrenagem montado na dita placa anterior e impelido por uma engrenagem fixa arranjada coaxialmente com a dita placa anterior e em que o dito primeiro conjunto de engrenagem é acoplado com os ditos rolos definidores de diâmetro para impelir os ditos rolos definidores de diâmetro.

20 Convenientemente, o aparelho inclui adicionalmente um segundo conjunto de engrenagem montado na dita placa anterior e impelido por uma engrenagem fixa arranjada coaxialmente com a dita placa anterior e em que o dito segundo conjunto de engrenagem é acoplado com os ditos rolos de formação para impelir os ditos rolos. O aparelho também
25 pode incluir um elemento de impulsão principal para impelir a dita placa anterior na dita primeira direção, o qual pode compreender uma engrenagem de impulsão acoplada com uma parte de engrenagem correspondente na dita placa anterior.

30 Convenientemente, o aparelho inclui um suporte de material de partida para suportar um suprimento de material de partida de tira para ser formado como uma estrutura tubular. O suporte de material de partida pode compreender um



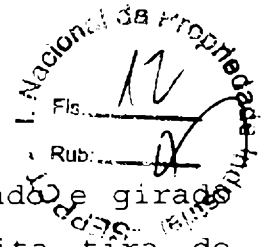
cassete que se estende circunferencialmente, o qual se estende em torno da dita placa anterior em um diâmetro externo da mesma.

Convenientemente, o dito cassete compreende uma pluralidade de rolos de suporte espaçados circunferencialmente em torno do eixo longitudinal e que cooperam com uma porção de um suprimento de material de partida de tira e permitem que o dito material de partida gire em torno do dito eixo. Os ditos rolos de suporte podem ser montados para a rotação em torno de um eixo fixado a uma parte não-rotativa do dito conjunto.

Em um arranjo particular, os rolos de formação são alternados ao longo do dito eixo longitudinal, no qual o eixo de rotação dos ditos rolos em relação ao dito eixo varia de acordo com o ângulo espiral da tira enquanto ela passa de um suprimento do mesmo para os ditos rolos definidores de diâmetro.

Convenientemente, o aparelho pode incluir um primeiro rolo guia de alimentação de tira para guiar um suprimento de material de tira de uma armazenagem da mesma aos ditos rolos de formação. O aparelho também pode incluir um segundo rolo de alimentação de tira para guiar um suprimento de tira formada dos ditos rolos definidores de diâmetro até um diâmetro interno em que um elemento tubular deve ser formado.

Vantajosamente, o aparelho inclui um aplicador de adesivo para aplicar um adesivo a pelo menos uma parte de qualquer tira depois que a mesma passa através dos ditos rolos formadores de diâmetro. O dito aplicador de adesivo pode compreender um cassete de armazenagem de adesivo para armazenar um rolo de tira adesiva. O dito cassete de armazenagem de adesivo pode incluir um eixo montado na dita placa anterior para a rotação com o mesmo e em torno do qual



um suprimento de tira adesiva pode ser posicionado e girado quando da aplicação da dita tira adesiva à dita tira de formação de estrutura tubular.

O aparelho pode incluir adicionalmente um mecanismo de remoção de revestimento protetor para remover todo o revestimento protetor na dita tira adesiva antes de a dita tira adesiva ser aplicada à tira de formação de estrutura tubular.

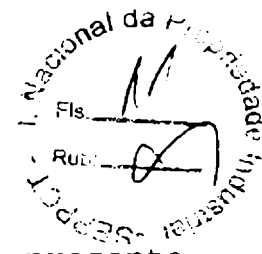
Vantajosamente, a placa anterior inclui um furo central para receber um forro de núcleo em que a dita tira de formação tubular pode ser enrolada para formar uma estrutura tubular final. Convenientemente, é provido um pino rotativo de suporte central que tem um centro oco que define o dito furo central para receber o dito forro de núcleo.

De preferência, o dito pino rotativo de suporte é não-rotativo e inclui uma engrenagem no mesmo que forma a dita engrenagem fixa a partir da qual os ditos rolos são impelidos.

Convenientemente, a dita placa anterior é montada para a rotação no dito pino rotativo de suporte.

Vantajosamente, a dita placa anterior inclui uma estação de recepção para receber um suprimento de material de tira liso a ser formado como uma estrutura tubular. A dita estação de recepção pode compreender um anel que tem um diâmetro correspondente ao diâmetro do cassete, para facilitar desse modo a transferência do material de tira entre os mesmos quando do esgotamento do material do dito cassete.

Convenientemente, o aparelho inclui um dispositivo de alimentação para alimentar o material de tira na dita estação de recepção à medida que a dita estação gira, para enrolar desse modo o dito material de tira na dita estação de recepção antes de o material no dito cassete ser esgotado.



De acordo com um aspecto adicional da presente invenção, é apresentado um método de fabricação de uma estrutura tubular, o qual compreende as etapas de: flexão de uma tira de material em uma forma helicoidal pela deformação plástica da mesma; e enrolamento da dita tira curvada de uma maneira auto-sobreposta como uma estrutura tubular; em que a tira é flexionada na dita forma helicoidal com um raio de curvatura menor do que o raio final da estrutura a ser formada.

10 De preferência, o método inclui a etapa de passagem da dita tira através de um par de rolos de compressão e de um rolo de anel ajustável em relação a um dos ditos rolos de compressão de modo a fazer com que a dita tira adote o dito raio de curvatura desejado.

15 Vantajosamente, o método inclui a etapa de passagem da tira através de um par de rolos comprimidos, cujo eixo de rotação é deslocado de um em relação ao outro de modo a fazer com que a dita tira adote, desse modo, uma curvatura ao longo de seu comprimento, para conferir uma curvatura lateral na dita tira e para criar uma tira que tem uma borda mais longa do que a outra.

O método pode incluir a etapa de aplicação de um adesivo às partes da dita tira que serão sobrepostas quando formadas como uma estrutura tubular. O dito adesivo pode ser aplicado pela aplicação de adesivo como uma tira adesiva.

25 Vantajosamente, o método inclui a etapa de proteção da dita tira adesiva pela aplicação de um revestimento protetor a pelo menos uma superfície da mesma e pela remoção do dito revestimento protetor antes da aplicação do dito adesivo na dita tira que forma a dita estrutura tubular.

30 Convenientemente, o método inclui a etapa de provisão de um núcleo tubular e enrolamento da dita tira no dito núcleo para produzir uma estrutura tubular que tem um

13
da Propriedade

núcleo interno e um invólucro externo de material enrolado helicoidalmente. De preferência, a etapa de formação do dito núcleo tubular se dá pela formação de rolo de uma tira de material ao longo das bordas longitudinais adjacentes de seu comprimento e emenda.

Alternativamente, o método pode incluir a etapa de formação do dito núcleo tubular como uma série de comprimentos distintos do tubo e a montagem dos mesmos em um comprimento contínuo ou quase contínuo antes do enrolamento do dito material de tira no dito núcleo. Alternativamente, o dito núcleo tubular pode ser dotado de um comprimento de tubulação extrudada de um material de plástico.

Em um arranjo, os ditos comprimentos distintos do tubo são de um material de cerâmica.

A presente invenção será descrita agora mais particularmente por meio de exemplos somente com referência aos desenhos em anexo, nos quais:

as Figuras 1 e 2 são vistas em seção transversal parciais de dois tipos de estrutura tubular que podem ser formados pelo aparelho descrito na presente invenção;

a Figura 3 é uma elevação lateral esquemática de um aparelho de acordo com os aspectos da presente invenção;

a Figura 4 é uma elevação lateral da cabeça de formação mostrada esquematicamente na Figura 3;

a Figura 5 é uma vista anterior da cabeça de formação tomada na direção da seta A na Figura 4;

a Figura 6 é uma vista detalhada do diâmetro que forma o arranjo de rolo mostrado de maneira geral nas Figuras 4 e 5; e

a Figura 7 é uma vista em seção transversal dos rolos de compressão tomados na direção das setas B-B na Figura 6.

Com referência agora à Figura 1 dos desenhos, um

19
27

corpo tubular indicado geralmente por 10 forma uma tubulação para ser utilizada em um sistema de tubulação tal como uma tubulação que carrega fluidos quentes (que também podem estar sob pressão). O corpo tubular compreende uma porção interna

5 na forma de um núcleo oco interno 12 que pode ser formado por qualquer de uma série de processos de formação, tal como discutido acima, e um invólucro carregador de carga externo discutido em detalhes posteriormente na presente invenção. No processo preferido, a tubulação interna compreende um núcleo

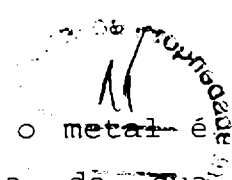
10 continuamente formado, como também será discutido em detalhes posteriormente na presente invenção. No entanto, pode-se ter um núcleo formado por uma pluralidade de comprimentos distintos interacoplados uns com os outros a fim de formar um comprimento longo. O invólucro externo indicado geralmente em

15 14 é formado no núcleo oco interno 12 ao enrolar helicoidalmente uma tira 16 de material na superfície externa 12a do núcleo 12 de uma maneira auto-sobreposta similar à maneira que é descrita em detalhes para a formação de uma tubulação em um mandril nas descrições específicas dos

20 requerentes de patente depositada da Patente U.K. N°. 2.280.889 e da Patente U.S. N°. 5.837.083. De acordo com um aspecto da presente invenção, a tira pode ser enrolada sob tensão. As tiras 16 que formam o invólucro externo podem ter uma ou mais etapas em seção transversal 18 e 20, sendo que

25 cada uma delas é de preferência de uma profundidade que corresponde à espessura da tira 16. As etapas 18, 20 são pré-formadas de preferência dentro da tira 16, sendo que cada uma delas se estende a partir de uma extremidade da tira 16 à outra para facilitar uma operação de enrolamento

30 descentralizada auto-sobreposta em que cada convolução da tira acomoda a porção sobreposta da convolução seguinte. Embora a tira possa compreender qualquer material de uma série de materiais tais como um plástico, um material



composto ou certamente metal, foi verificado que o ~~metal~~ é particularmente apropriado, geralmente em vista de sua capacidade de resistência elevada e de sua facilidade de formação e união, conforme será descrito posteriormente na presente invenção. Os exemplos de metais apropriados incluem o aço, o aço inoxidável, o titânio e o alumínio, sendo que alguns deles são particularmente apropriados devido às suas capacidades anticorrosão. A superfície interna 16i da tira 16 e a superfície externa da tubulação 12o podem ser fixadas uma na outra por um adesivo estrutural, bem como as partes sobrepostas 16a da tira. A utilização de um adesivo ajuda a garantir que todos os componentes individuais do elemento tubular 10 sejam estirados a uma taxa similar. A aplicação do adesivo pode ser qualquer uma de uma série de dispositivos, mas um arranjo particularmente apropriado é discutido em detalhes posteriormente na presente invenção conjuntamente com uma série de outras opções.

Com referência agora mais particularmente à Figura 3, na qual pode ser visto que um aparelho 50 para a fabricação de estruturas enroladas helicoidalmente compreende: uma parte de pré-formação opcional 52, em que um núcleo 54 é formado; uma estação de formação, mostrada esquematicamente em 56 e descrita em detalhes posteriormente na presente invenção; e uma seção de pós-formação, mostrada geralmente em 58 e que inclui uma série de características opcionais discutidas posteriormente. Em um arranjo da porção de pré-formação opcional 52 é provida uma armazenagem de material de tira liso na forma de um rolo de tira de metal 60 e uma pluralidade de rolos de alimentação 62 que alimentam a tira para a formação de rolos 64 e 66 que, por sua vez, enrolam as bordas da tira juntas em torno de um mandril central 68 de modo a formar uma estrutura tubular 54 que tem bordas confrontantes que confinam umas nas outras (não



mostrado). Um aparelho de soldagem mostrado geralmente em 70 e que inclui uma cabeça de soldagem 72 é utilizado para soldar as bordas confrontantes de uma maneira bem conhecida no estado da técnica e, assim sendo, não descrita adicionalmente na presente invenção. Um processo de formação de núcleo alternativo pode compreender a fabricação de uma pluralidade de comprimentos distintos de estrutura tubular, sendo que cada um deles é provido com características de interacoplamento nas extremidades confrontantes do mesmo de modo a permitir que uma pluralidade dos ditos comprimentos seja montada em uma seção de núcleo longa. Ao empregar tal arranjo de núcleo, pode-se substituir a formação de tira e o arranjo de soldagem da tira por um mecanismo de alimentação apropriado (não mostrado) para alimentar uma pluralidade dos ditos comprimentos distintos na estação de formação de uma maneira contínua. Uma vez formado, o núcleo de qualquer descrição é alimentado na estação de formação 56, que é melhor visualizada com referência às Figuras 4 e 5.

Com referência aos desenhos em geral, mas particularmente em relação à Figura 4, que é uma elevação lateral da estação de formação 56 e compreende uma placa anterior 74 em cima da qual é montada uma pluralidade de rolos de formatação 76, e um conjunto de rolos definidores de diâmetro, mostrado geralmente em 78. Conforme mostrado, os rolos de formatação são perfilados de modo a formar uma forma em seção transversal para a tira, tal como melhor visualizado nas Figuras 1 ou 2. No entanto, deve ser apreciado que os rolos de formação podem conferir uma forma alternativa à tira ou podem, em algumas circunstâncias, ser eliminados todos em conjunto. Quando são providos, os rolos de formatação são melhor providos como uma pluralidade de rolos confrontantes (melhor visualizados na Figura 5) entre os quais a tira 80 é prensada enquanto passa entre os mesmos para conferir o

13/20
13/20

perfil desejado na tira de uma maneira progressiva, sendo que cada par de rolos aumenta a deformação da tira até que o perfil desejado final seja formado. Conforme mostrado, os rolos de formatação são impelidos por meio de uma engrenagem de impulsão 82, sendo que cada um deles é montado para a rotação em torno de um eixo na dita placa anterior e se acopla em um lado com um rolo de formatação e em um outro lado com uma engrenagem planetária 84 formada em uma porção não-rotativa 86, a qual é descrita em detalhes posteriormente na presente invenção. À medida que a placa anterior 74 é girada na direção da seta C (Figura 5), as engrenagens 76 e 78 giram com a mesma, mas à medida que são acopladas à engrenagem planetária 84 elas são levadas a girar em torno dos seus eixos e impelem a tira através da compressão formada entre os rolos de formatação confrontantes 76. Conforme mostrado, cada um dos rolos de formatação é ligeiramente alternado ao longo do eixo longitudinal X, e o eixo de rotação de cada rolo varia de acordo com o ângulo espiral à medida que a tira 80 passa do suprimento do mesmo aos rolos definidores de diâmetro 78. No entanto, deve ser apreciado que um arranjo não-alternado mais simples pode ser utilizado onde houver espaço suficiente para formatar a tira e então posicioná-la corretamente antes de aplicar a mesma aos rolos formadores de raio 78. A fim de assegurar uma alimentação uniforme do material de tira que forma um suprimento do mesmo, pode ser desejável o emprego de um suprimento do mesmo na forma de suprimento de material de partida 88. Vantajosamente, esse suprimento de material de partida pode ser provido em um cassete ou suporte de material de partida 90 que compreende uma pluralidade de rolos de suporte 92 posicionados fora da dita estação de formação e que são circunferencialmente espaçados em torno do eixo longitudinal X. Os ditos rolos de suporte 92 cooperam com uma parte de

18
9

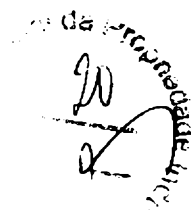
material de partida de tira 88 e permitem que o material de partida gire em torno do eixo X. O material de tira 80 é removido de um diâmetro interno do dito material do mesmo e é alimentado através de um primeiro rolo guia de alimentação de tira 94 montado para a rotação na dita placa anterior 74 em torno de um eixo substancialmente perpendicular ao mesmo. A fim de impelir a placa anterior 74, pode ser provido um motor 96 e uma impulsão de engrenagem 98 acoplada a uma engrenagem de anel 100 provida em uma placa posterior 102 que é unida diretamente à placa da face através da parte anular 104 através da qual a parte não-rotativa 86 se estende.

Também é mostrado nas Figuras 4 e 5 o arranjo de rolos definidores de diâmetro visto geralmente em 78 e que age entre os mesmos para curvar o material de tira ao se deformar de modo plástico ao redor de um dos rolos tal como para definir o diâmetro da tira de saída. Esse arranjo é mais bem visualizado com referência às Figuras 6 e 7, e é descrito em detalhes posteriormente na presente invenção. Um aplicador de adesivo opcional 106 também pode ser montado na placa anterior 74 para a rotação com a mesma. O aplicador pode assumir uma série de formas para aplicar o adesivo à tira depois que foi formado e é mostrado um arranjo particular, no qual um cassete de armazenagem 108 é equipado com um rolo de tira adesiva 110. O cassete de armazenagem 108 é montado para a rotação em torno de um eixo 112 montado na placa anterior para a rotação com a mesma, de modo que quando da rotação da placa anterior, a tira adesiva possa ser aplicada na superfície da tira 80 à medida que é posicionada para baixo no núcleo 54 (Figura 3). A tira adesiva pode ser provida na forma de uma tira que tem um revestimento protetor e esse revestimento protetor pode ser removido por meio de um dispositivo de remoção de revestimento protetor (não mostrado) antes de o dito adesivo ser aplicado. Deve ser



apreciado na vista em seção transversal da Figura 4 que a placa anterior 74 inclui um furo central 114 para receber um núcleo ou forro 54 em que o dito material de tira 80 possa ser enrolado a fim de formar uma estrutura final 116. O furo central pode ser provido com um pino rotativo de suporte central 86 que tem um centro oco que define a dita abertura central 114 para receber o dito núcleo ou forro 54. Quando provido, o pino rotativo pode ser montado dentro do dito furo central 114 por meio dos rolamentos 116, de modo que a dita placa anterior 74 possa girar em torno do dito pino rotativo 86. Também é mostrada na Figura 4 uma estação de recepção 118 em forma de anel 120 que tem um diâmetro correspondente ao diâmetro do cassete, desse modo facilitando a transferência do material de tira entre os mesmos quando do esgotamento do material no cassete. Um suprimento de material de tira 122 forma um dispositivo de alimentação para suprir o material de tira à dita estação de recepção à medida que a dita estação gira, desse modo enrolando a dita tira na dita estação de alimentação à mesma taxa que é esgotada do dito cassete.

Com referência agora às Figuras 6 e 7 que ilustram mais detalhadamente o formato dos rolos que formam o diâmetro 78, será observado que os rolos incluem um par de rolos de compressão 124, 126, e um rolo de anel 128 será montado em um braço rotativo 130 que é girado em torno do eixo de rotação de um dos rolos de compressão. Não importa em torno do qual eixo de rolo o braço rotativo gira. Um acionador mostrado esquematicamente em 132 é conectado ao braço rotativo 130 para iniciar e controlar a rotação rotativa do dito rolo de anel na direção das setas D-D de acordo com os parâmetros de controle desejados discutidos posteriormente na presente invenção. Um acionador adicional 134 é provido para alterar a posição de um dos rolos de compressão 126 em relação aos outros 124 na direção das setas E-E e F-F, outra vez conforme



discutido em detalhes posteriormente na presente invenção. Um rolo de reação final 136 é provido a fim de reagir todas as forças experimentadas pela flexão da tira enquanto ela passa entre os rolos de compressão e os rolos de anel 124, 126 e 128, respectivamente. Esse rolo de reação também pode ser controlável pelo acionador 138 de modo a mover o mesmo próximo ou afastado da tira 80 na direção das setas G-G, conforme necessário. A Figura 7 ilustra por meio de um desenho em seção transversal o sistema de controle de acionador e de rolo mais detalhadamente. A partir deste desenho, deve ser apreciado que o acionador 134 é de preferência provido como um par combinado, um em cada extremidade do rolo 126 de modo a permitir a alteração diferencial e igual da posição axial do rolo 126. Nesse arranjo particular, o eixo do acionador 140 passa do acionador aterrado e através de um furo 142 que passa através de uma porção de bloco superior 144, ao lado do eixo de rolo 146 (deslocado relativamente ao mesmo) e em uma parte de bloco inferior 146 em que é escorado em 148. Uma pequena abertura 150 é provida entre os blocos de modo que o deslocamento do eixo 140 faz com que o rolo 126 se mova mais próximo ou afastado do rolo 124 de acordo com os parâmetros de controle do acionador.

Com referência agora mais particularmente aos desenhos 6 e 7 coletivamente, serão descritos os princípios de controle. Conforme mencionado acima, o rolo 126 é ajustável na direção das setas E-E e F-F por meio de acionadores independente ou coletivamente controlados 134a, 134b. O rolo 128 é móvel na direção das setas D-D₁ pelo acionador 132 e o rolo 136 é móvel na direção das setas G-G₁ pelo acionador 138. Cada acionador é conectado e controlado por meio do computador 140 (Figura 3). A fim de criar o raio de curvatura desejado R na tira 80 antes que ela seja

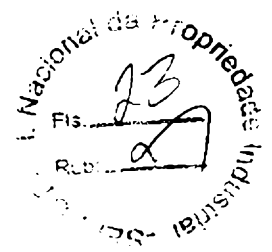
depositada de modo a formar uma estrutura tubular, é necessário simplesmente definir e ajustar possivelmente a posição do rolo 128, de modo que faça com que a tira 80 seja flexionada sobre o eixo de rolo 126 e seja deformada plasticamente de modo que o grau desejado de flexão final seja atingido após qualquer efeito de recuperação de mola.

Para definir e ajustar o grau de compressão que a tira experimenta enquanto passa através dos rolos de compressão 124, 126, deve ser ajustada simplesmente a posição axial do rolo 126 em relação ao rolo 124. Este ajuste pode ser um ajuste coletivo ou um ajuste diferencial. O ajuste diferencial irá fazer com que um lado da tira seja mais comprimido do que o outro e, se a deformação plástica for induzida, isto irá fazer com que um lado da tira adote um comprimento ligeiramente mais longo do que o outro. Este arranjo ajuda a tira a se acomodar confortavelmente enquanto ela é depositada sobre a camada previamente depositada de um produto de múltiplas camadas. Deve ser apreciado que a borda mais longa é a borda que é depositada em primeiro lugar, porque esta será a borda que é posicionada no maior diâmetro e deve caber no diâmetro da camada debaixo da mesma. Como uma alternativa ao movimento diferencial na direção das setas E-E, é possível mover o rolo 126 diferencialmente na direção das setas F-F, o que irá afetar de modo similar a espessura diferencial. Caso seja necessário aumentar ou alterar o grau de flexão que a tira será submetida, pode ser necessário o ajuste da posição axial do rolo 136 ao acionar o acionador 138 e ao mover o rolo 136 apropriadamente.

Com referência agora novamente à Figura 3, uma seção de pós-formação opcional 58 pode incluir itens tais como um mecanismo de impulsão opcional 152 e um aquecedor de cura de adesivo 154.

Com referência aos desenhos em geral, deve ser

apreciado que uma estrutura tubular pode ser manufaturada, fazendo com que a placa anterior 74 gire. Esta ação, por sua vez, irá fazer com que o material de tira 80 seja extraído do cassete, passado através dos rolos de formatação 76 e para os rolos definidores de diâmetro 78, em cujo ponto o diâmetro desejado é formado pelo controle posicional apropriado dos rolos 124, 126 e 128. Uma vez que a tira sai dos rolos definidores de diâmetro, ela se dirige para o núcleo 54 e é envolvida ao redor do mesmo em um arranjo auto-sobreposto melhor apreciado com referência às Figuras 1 e 2. Antes de a tira ser finalmente depositada no núcleo, ela pode ser suplementada por um adesivo aplicado como uma tira do mesmo pelo distribuidor 106. A rotação contínua da placa anterior 74 irá causar a deformação contínua e a deposição da tira 80, e este processo irá continuar, contanto que haja um suprimento de material de tira dentro da armazenagem do cassete. Uma vez que o material de tira tenha sido esgotado, é necessário transferir o suprimento secundário da estação 118 através das extremidades do cassete e da solda antes de recomeçar as operações. Também deve ser apreciado que algumas formas de estrutura não precisam ter um núcleo, e o processo acima pode ser elaborado sem que um núcleo seja provido na placa anterior. Em tal arranjo pode ser necessário o emprego de um suporte à parte inicial da estrutura tubular formada, mas uma vez que uma porção inicial tenha sido formada, a estrutura será de auto-suporte à medida que as novas camadas forem sendo depositadas eficazmente como uma estrutura de múltiplas camadas estável. Certamente, pode ser adotado tal arranjo quando é desejável formar uma estrutura afunilada para a qual ficaria difícil produzir um núcleo interno afunilado. As estruturas sem núcleos estão, portanto, dentro do âmbito da presente invenção. Na produção de tal estrutura afunilada, é simplesmente necessário variar o grau de flexão



aplicado à tira, e isto pode ser feito ao aplicar uma posição de força variável ao rolo de anel 128 para alterar o raio do rolamento, conforme necessário. Este processo pode ser controlado pelo computador 140 de acordo com uma metodologia de controle predeterminada.

As características adicionais desta máquina incluem o controle da realimentação do computador para assegurar que o diâmetro do produto seja mantido dentro dos limites desejados e/ou alterado de acordo com parâmetros desejados.

Deve ser apreciado que, uma vez que é possível controlar o grau de deformação plástica da tira à medida que a mesma passa através dos rolos que formam o raio, também é possível controlar o diâmetro final de qualquer estrutura tubular formada por este aparelho. Uma característica importante desta máquina é a sua capacidade de formar o raio de curvatura R de modo que seja ligeiramente menor do que aquele do núcleo em que deve ser enrolado. Tal arranjo tem um efeito significativo no produto final como uma tira formada dessa maneira (com um raio menor do que aquele requerido), uma vez que a tira enrolada helicoidalmente externa será mantida eficazmente na camada ou no núcleo precedente e irá garantir um contato bem próximo entre as mesmas e desse modo irá propiciar uma melhor junção mecânica entre as mesmas do que seria possível sem esta característica. Adicionalmente, ao deformar plasticamente a tira em vez de deformar elasticamente a tira, como é conhecido no estado da técnica, qualquer adesivo utilizado será colocado sob bem menos ou possivelmente absolutamente sem nenhuma carga de desprendimento, desse modo ajudando a manter a integridade da estrutura final e aumentando sua capacidade de pressão mais próxima de seu máximo teórico.

Também deve ser apreciado que o método e o aparelho acima descritos podem ser utilizados para cobrir uma

da Propriedade Intelectual
24

tubulação já existente com um invólucro externo. Nesse arranjo, a tubulação já existente forma um núcleo, e a máquina simplesmente gira em torno do núcleo e se move ao longo do mesmo para posicionar o envoltório externo do material de tira na tubulação. Tal abordagem pode ser empregada quando se deseja reparar ou reforçar uma tubulação já existente.

REIVINDICAÇÕES

1. APARELHO PARA MANUFATURAR UMA ESTRUTURA TUBULAR DE TIRA ENROLADA HELICOIDALMENTE, caracterizado por
5 compreender:

uma placa anterior, montada para a rotação em torno de um eixo longitudinal;

um mecanismo de impulsão, para impelir a placa anterior em uma primeira direção em torno do dito eixo
10 longitudinal; e

rolos definidores de diâmetro, montados na dita placa anterior para fazer com que o material de tira seja plasticamente deformado em volta de um dos rolos até um diâmetro predeterminado tendo um raio de curvatura menor que
15 o núcleo antes de ser formado como uma estrutura tubular.

2. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um conjunto de rolos de formatação, montado para a rotação com a dita placa anterior e para a formação de um perfil em seção transversal no material de
20 tira antes de ser formado até um diâmetro predeterminado.

3. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por um ou mais dos ditos rolos de formatação serem rolos impelidos.

4. APARELHO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelos rolos definidores de diâmetro incluírem
25 três rolos mutuamente confrontantes, sendo que um deles é ajustável em relação aos outros dois para fazer com que qualquer material de tira que passe entre os ditos rolos adote um raio de curvatura definido pela relação posicionai
30 entre os ditos rolos.

5. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelos ditos rolos definidores de diâmetro incluírem um par de rolos de compressão rotacionáveis em

torno de seus próprios eixos longitudinais e entre os quais uma tira de material pode passar e um rolo de anel que é ajustável em relação a um primeiro rolo de compressão pela rotação em torno do eixo do segundo.

5 6. APARELHO, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por incluir um acionador conectado ao dito rolo de anel para efetuar o ajuste em relação ao dito segundo rolo de compressão.

10 7. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um rolo de reação contra o qual as forças de formação exercidas em qualquer tira enquanto a mesma é levada a adotar um raio de curvatura pelo rolo de anel serão reagidas.

15 8. APARELHO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por incluir um segundo acionador para fazer com que a posição axial do rolo de reação seja variada em relação a um rolo de compressão.

20 9. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um acionador para efetuar um ajuste axial de um dos ditos rolos de compressão em relação ao outro.

 10. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um dispositivo de impulsão para impelir um ou mais dos ditos rolos definidores de diâmetro.

25 11. APARELHO, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por incluir um acionador conectado ao dito rolo de anel para efetuar o ajuste em relação ao dito segundo rolo de compressão e de incluir um computador acoplado ao dito acionador ou acionadores para controlar a relação posicional do rolo ou rolos.

30 12. APARELHO, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por incluir um acionador conectado ao dito rolo de anel para efetuar o ajuste em relação ao dito segundo rolo

de compressão e de incluir um acionador conectado ao dito rolo de anel para efetuar o ajuste em relação ao dito segundo rolo de compressão e de incluir um computador acoplado ao dito acionador ou acionadores para controlar a relação
5 posicionai do rolo ou rolos, e em que o dito computador compreende um computador programada para controlar o dito rolo ou rolos de acordo com um programa predeterminado.

13. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um primeiro conjunto de engrenagem
10 montado na dita placa anterior e impelido por uma engrenagem fixa arranjada coaxialmente com a dita placa anterior e em que o dito primeiro conjunto de engrenagem é acoplado com os ditos rolos definidores de diâmetro para impelir os ditos rolos definidores de diâmetro.

15 14. APARELHO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por incluir adicionalmente um segundo conjunto de engrenagem montado na dita placa anterior e impelido por uma engrenagem fixa arranjada coaxialmente com a dita placa anterior e em que o dito segundo conjunto de engrenagem é
20 acoplado com os ditos rolos de formação para impelir os ditos rolos.

15. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um elemento de impulsão principal para impelir a dita placa anterior na dita primeira direção.

25 16. APARELHO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo dito elemento de impulsão principal compreender uma engrenagem de impulsão acoplada com uma parte de engrenagem correspondente na dita placa anterior.

17. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1,
30 caracterizado por incluir adicionalmente um suporte de material de partida para suportar um suprimento de material de partida de tira para ser formado como uma estrutura tubular.

18. APARELHO, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo dito suporte de material de partida compreender um cassete que se estende circunferencialmente, o qual se estende em torno da dita placa anterior em um diâmetro externo da mesma.

19. APARELHO, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo dito suporte de material de partida compreender um cassete que se estende circunferencialmente em torno da dita placa anterior em um diâmetro externo da mesma, e em que o dito cassete compreende uma pluralidade de rolos de suporte espaçadas circunferencialmente em torno do eixo longitudinal e que cooperam com uma parte de um suprimento de material de partida de tira e permitem que o dito material de partida gire em torno do dito eixo.

20. APARELHO, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo dito suporte de material de partida compreender um cassete que se estende circunferencialmente em torno da dita placa anterior em um diâmetro externo da mesma, e em que o dito cassete compreende uma pluralidade de rolos de suporte espaçados circunferencialmente em torno do eixo longitudinal e que cooperam com uma parte de um suprimento de material de partida de tira e permitem que o dito material de partida gire em torno do dito eixo, em que os ditos rolos de suporte são montados para a rotação em torno de um eixo fixado a uma parte não-rotativa do dito conjunto.

21. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelos rolos de formação serem alternados ao longo do dito eixo longitudinal e em que o eixo de rotação dos ditos rolos em relação ao dito eixo varia de acordo com o ângulo espiral da tira enquanto ela passa de um suprimento do mesmo para os ditos rolos definidores de diâmetro.

22. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um primeiro rolo guia de

alimentação de tira para guiar um suprimento de material de tira de uma armazenagem da mesma aos ditos rolos de formatação.

23. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um segundo rolo de suprimento de tira para guiar um suprimento de tira formado a partir dos ditos rolos definidores de diâmetro para um diâmetro interno em que um elemento tubular deve ser formado.

24. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um aplicador de adesivo para aplicar um adesivo em pelo menos uma parte de qualquer tira depois que a mesma passa através dos ditos rolos formadores de diâmetro.

25. APARELHO, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo dito aplicador de adesivo compreender um cassete de armazenagem de adesivo para armazenar um rolo de tira adesiva.

26. APARELHO, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo dito aplicador de adesivo compreender um cassete de armazenagem de adesivo para armazenar um rolo de tira adesiva, em que o dito cassete de armazenagem de adesivo inclui um eixo montado na dita placa anterior para a rotação com a mesma e em torno do qual um suprimento de tira adesiva pode ser posicionado e girado quando da aplicação da dita tira adesiva à dita tira de formação de estrutura tubular.

27. APARELHO, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo dito aplicador de adesivo compreender um cassete de armazenagem de adesivo para armazenar um rolo de tira adesiva e o aparelho compreende adicionalmente um mecanismo de remoção de revestimento protetor para remover qualquer revestimento protetor na dita tira adesiva antes que a dita tira adesiva seja aplicada à tira de formação de estrutura tubular.

28. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela placa anterior incluir um furo central para receber um forro de núcleo no qual a dita tira de formação tubular pode ser enrolada para formar uma estrutura tubular final.

29. APARELHO, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado por incluir um pino rotativo de suporte central que tem um centro oco que define o dito furo central para receber o dito forro de núcleo.

30. APARELHO, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado por incluir um pino rotativo de suporte central que tem um centro oco que define o dito furo central para receber o dito forro de núcleo, em que o dito pino rotativo de suporte é não-rotativo e inclui uma engrenagem no mesmo que forma a dita engrenagem fixa pela qual os ditos rolos são impelidos.

31. APARELHO, de acordo com a reivindicação 28 caracterizado pelo dito aparelho incluir um pino rotativo de suporte e a dita placa anterior é montada para a rotação no pino rotativo de suporte.

32. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela dita placa anterior incluir uma estação de recepção para receber um suprimento de material de tira liso a ser formado como uma estrutura tubular.

33. APARELHO, de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pela dita estação de recepção compreender um anel que tem um diâmetro correspondente ao diâmetro do cassete, para facilitar desse modo a transferência do material de tira entre os mesmos quando do esgotamento do material do dito cassete.

34. APARELHO, de acordo com a reivindicação 32, caracterizado por incluir um dispositivo de suprimento para alimentar o material de tira na dita estação de recepção à

medida que a dita estação gira, para enrolar desse modo o dito material de tira na dita estação de recepção antes de o material no dito cassete ser esgotado.

35. ESTRUTURA TUBULAR, caracterizada por ser
5 produzida em um aparelho conforme definido na reivindicação 1.

36. METODO DE FABRICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA TUBULAR,
por um aparelho, conforme definido na reivindicação 1,
caracterizado por compreender as etapas de: flexão de uma
10 tira de material em uma forma helicoidal pela deformação
plástica da mesma; e enrolamento da dita tira curvada de uma
maneira auto-sobreposta como uma estrutura tubular- em que a
tira é flexionada na dita forma helicoidal com um raio de
curvatura menor do que o raio final da estrutura a ser
15 formada.

37. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 36,
caracterizado por incluir a etapa de passagem da dita tira
através de um par de rolos de compressão e um rolo de anel
ajustável em relação a um dos ditos rolos de compressão de
20 modo a fazer com que a dita tira adote o dito raio de
curvatura desejado.

38. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 36,
caracterizado pela etapa de passagem da tira através de um
par de rolos comprimidos, cujos eixos de rotação são
25 deslocados um em relação ao outro de modo a fazer com que a
dita tira adote uma curvatura ao longo de seu comprimento
para conferir desse modo uma curvatura lateral na dita tira e
criar uma tira que tem uma borda mais longa do que a outra.

39. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 36,
30 caracterizado por incluir a etapa de aplicação de um adesivo
às partes da dita tira que ficarão sobrepostas quando
formadas como uma estrutura tubular.

40. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 36,

caracterizado pelo adesivo ser aplicado pela aplicação do adesivo como uma tira adesiva à dita tira de material.

41. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 36, caracterizado por incluir a etapa de proteção da dita tira adesiva mediante a aplicação de um revestimento protetor a pelo menos uma superfície da mesma e ao remover o dito revestimento protetor antes de aplicar o dito adesivo na dita tira que forma a dita estrutura tubular.

42. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 36, caracterizado por incluir a etapa de provisão de um núcleo tubular e enrolamento da dita tira no dito núcleo para produzir uma estrutura tubular que tem um núcleo interno e um invólucro externo de material enrolado helicoidalmente.

43. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado por incluir a etapa de formação do dito núcleo tubular pela formação de rolo de uma tira de material ao longo das bordas longitudinais confinantes de seu comprimento e soldagem de emenda.

44. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado por incluir a etapa de formação do dito núcleo tubular como uma série de comprimentos distintos de tubo e a montagem dos mesmos em um comprimento contínuo ou quase contínuo antes do enrolamento do dito material de tira no dito núcleo.

45. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pela etapa de formação do dito núcleo tubular como um comprimento da tubulação extrudada de um material de plástico.

46. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado por incluir a etapa de provisão do núcleo como comprimentos distintos de um tubo de cerâmica.

47. ESTRUTURA TUBULAR, caracterizada por ser manufaturada pelo método conforme definido na reivindicação

36.

48. MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA TUBULAR, caracterizado por ser substancialmente tal como descrito na presente invenção com referência ou tal como ilustrado nos
5 desenhos em anexo.

49. MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA TUBULAR, caracterizado pelo fato de ser substancialmente tal como descrito na presente invenção e elaborado em um aparelho substancialmente tal como descrito na presente invenção.

34

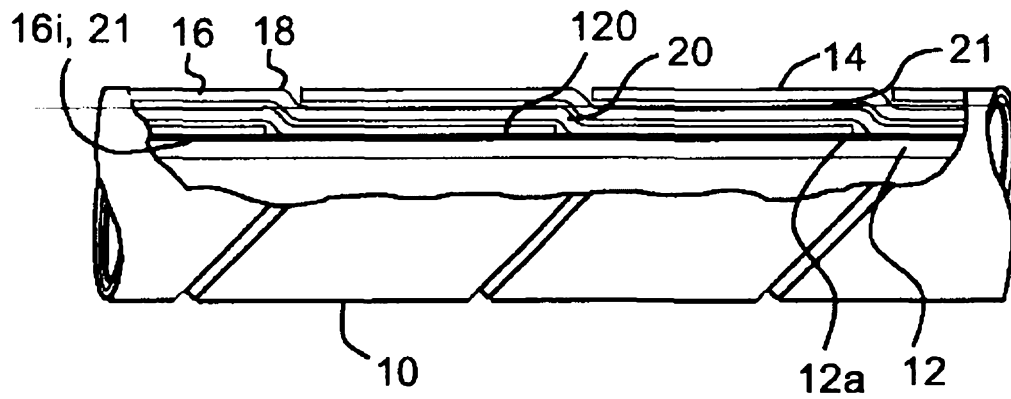


Fig. 1

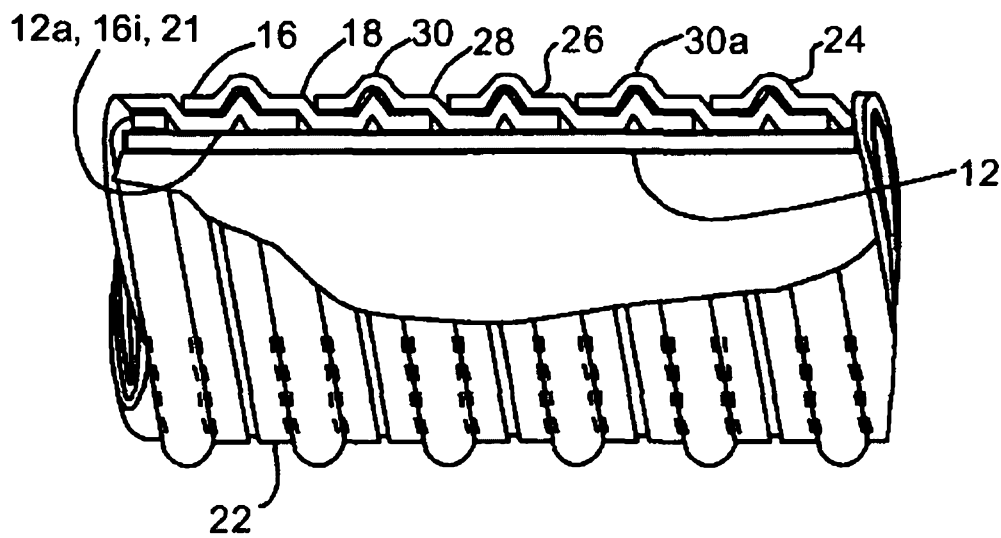


Fig. 2

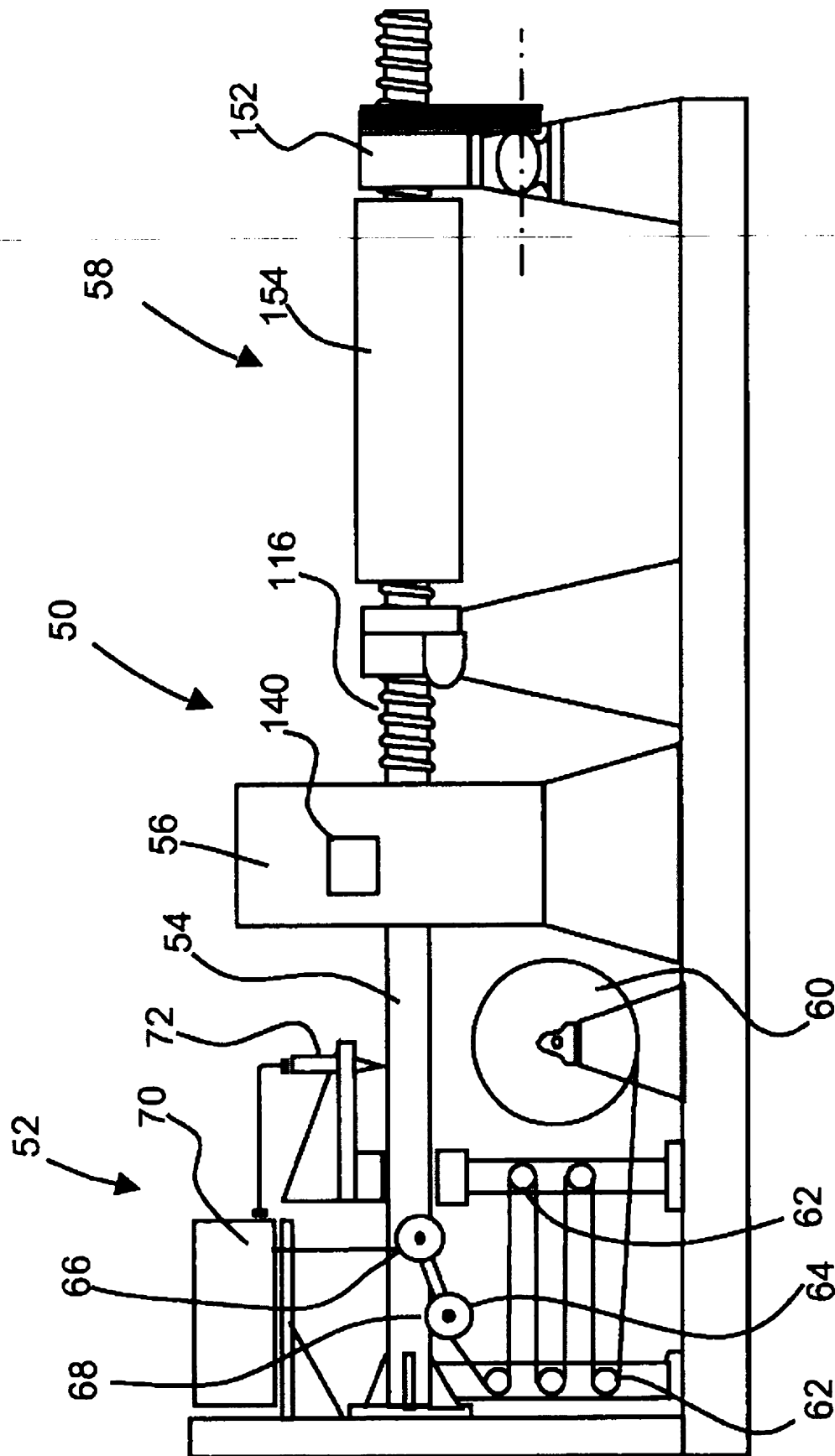


Fig. 3

31

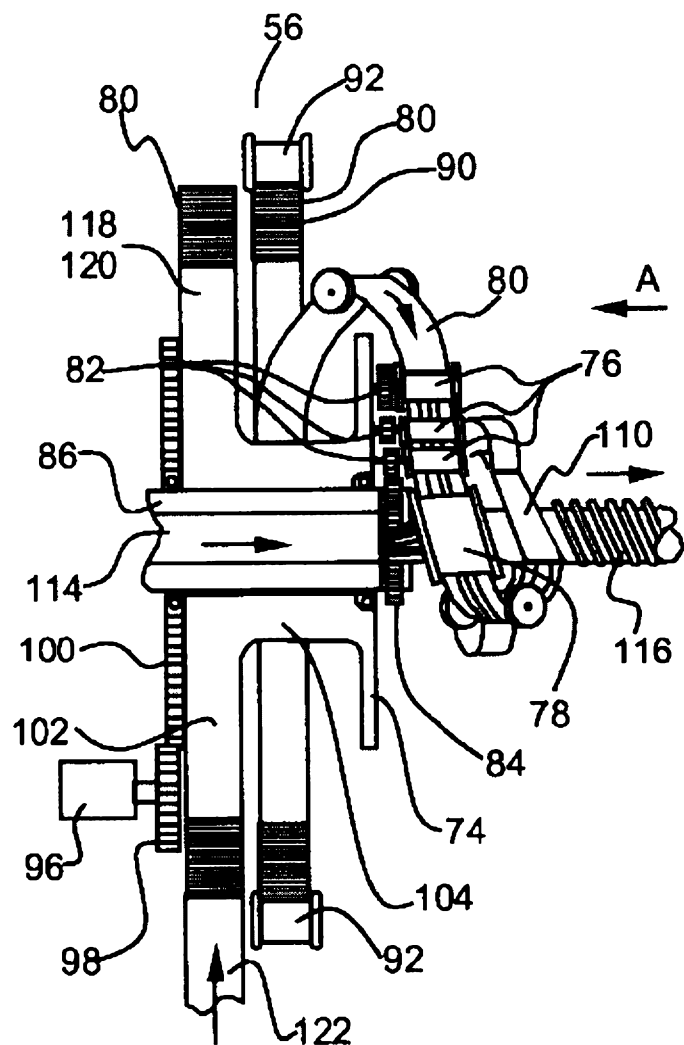


Fig. 4

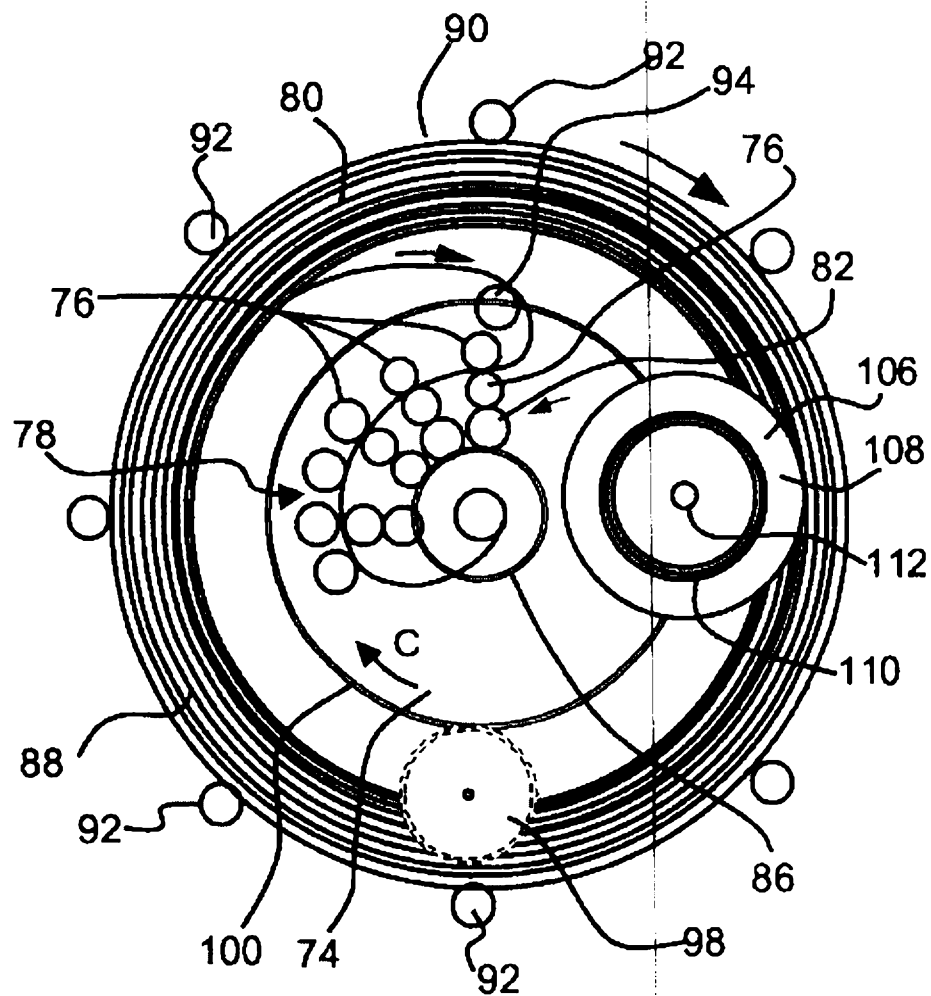


Fig. 5

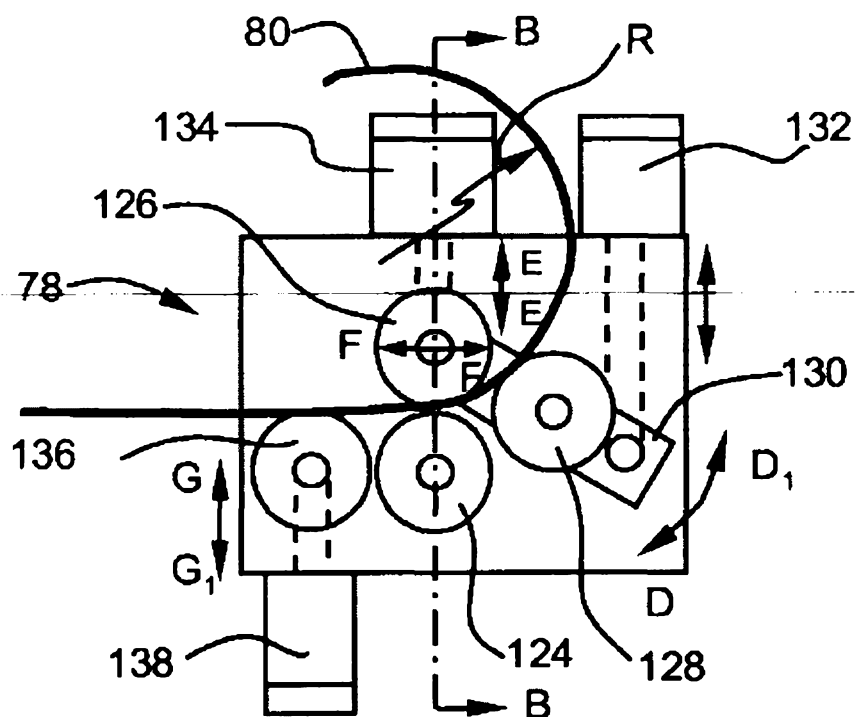


Fig. 6

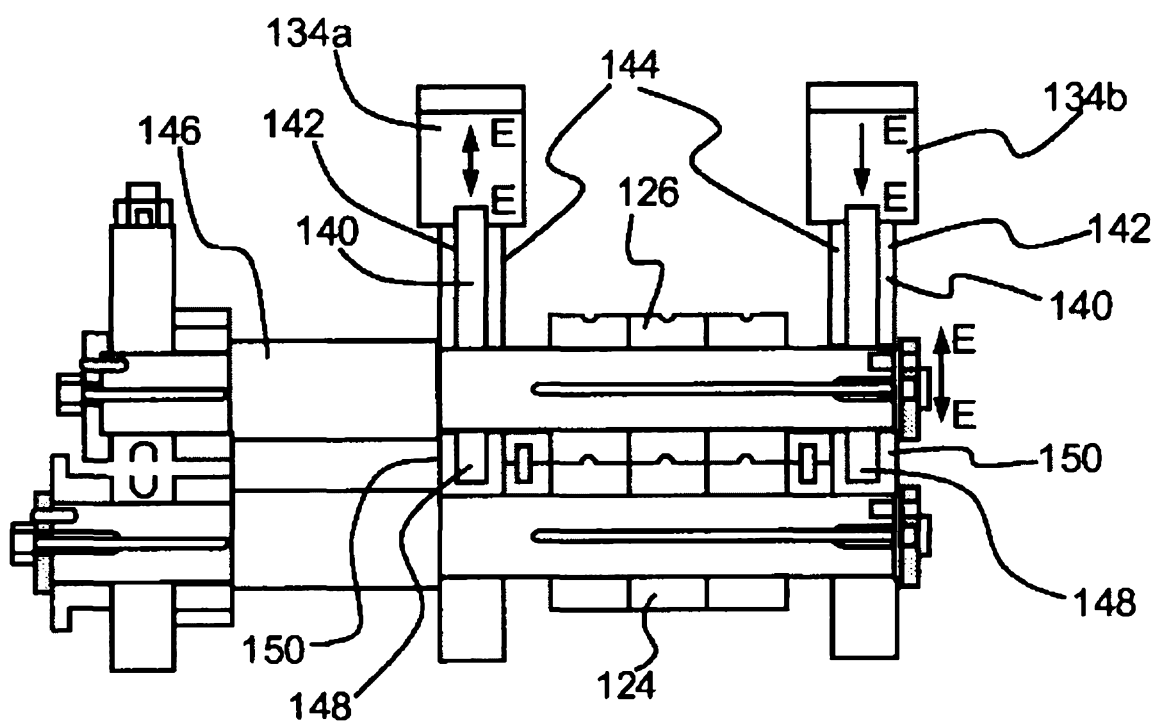


Fig. 7