



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

(11) PI 0108868-8 B1

(22) Data do Depósito: 11/01/2001

(45) Data de Concessão: 07/11/2017



(54) Título: APARELHO E MÉTODO PARA FABRICAR UM MEDIDOR DE FLUXO CORIOLIS FORMADO PRIMARIAMENTE DE PLÁSTICO

(51) Int.Cl.: G01F 1/84

(30) Prioridade Unionista: 02/03/2000 US 09/516.861

(73) Titular(es): MICRO MOTION INC

(72) Inventor(es): GREGORY TREAT LANHAM; ANTHONY PANKRATZ

"APARELHO E MÉTODO PARA FABRICAR UM MEDIDOR DE FLUXO CORIOLIS FORMADO PRIMARIAMENTE DE PLÁSTICO"

Campo da Invenção

Esta invenção relaciona-se com um aparelho e um
5 método para fabricar um medidor de fluxo Coriolis e mais particularmente um medidor de fluxo Coriolis formado primariamente de plástico.

Problema

Os medidores de fluxo Coriolis estão em uso muito
10 difundido em aplicações que requerem a geração de informação precisa com respeito ao fluxo de material. Esta informação inclui a taxa de fluxo de massa e a densidade do material. Os medidores de fluxo Coriolis variam em tamanho de medidores possuindo um tubo de fluxo com 0,16 centímetros de diâmetro até aqueles com 15 centímetros de diâmetro. Estes me-
15 didores de fluxo servem uma ampla faixa de fluxo de material variando de aproximadamente várias gotas por minuto, tal como para uso em sistemas de anestesiologia, até várias toneladas por minuto, tal como para uso em tubos de distribuição de petróleo ou no carregamento e descarregamento de petro-
20 leiros. Independente de seu tamanho, a maioria das aplicações nas quais os medidores de fluxo Coriolis são utilizados requer a mais alto grau de precisão tal como, por exemplo, um erro máximo de 0,15 por cento. Além disso, várias das a-
25 plicações nas quais os medidores de fluxo Coriolis são utilizados envolvem a geração de informação de fluxo para o material que é perigoso e com o qual deve ser tomado muito cuidado para impedir vazamentos de material no meio ambiente.

É um problema que estes requerimentos rigorosos tenham até agora resultado em um alto custo de fabricação dos medidores de fluxo Coriolis. Este alto custo de fabricação resulta do materiais caros que devem ser utilizados, tal como aço inoxidável e titânio. Esta alto custo de fabricação também resulta das complexidades dos processos de fabricação atualmente utilizados para produzir medidores de fluxo Coriolis de alta qualidade indo de encontro aos requerimentos discutidos acima. Estas etapas incluem o maquinamento extensivo, solda, solda forte, e montagem das partes. Outro requerimento é que os tubos de fluxo dos medidores de tubo de fluxo curvado devem possuir uma curvatura constante e estejam livres de enroscamentos. Estes requerimentos aumentam a complexidade da maquinaria e das operações de curvatura requeridas para fabricar o tubo de fluxo.

Outro problema é com as operações de solda forte utilizadas para unir os vários elementos do medidor de fluxo. As juntas de solda forte tipicamente são utilizadas para afixar o tubo de fluxo com a barra de fixação. As juntas de solda forte também são utilizadas para unir outras partes tal como o acionador e os suportes de coleta e para afixar um tubo com as extremidades dos tubos de fluxo em formato de U. Deve ser tomado um cuidado considerável nas operações de solda forte para produzir juntas de solda forte que de forma segura afixem os elementos uns com os outros e que estejam livres de fissuras microscópicas. Além disso, a operação de solda forte gera tensões térmicas nas quais uma barra de fixação ;pode esfriar-se mais rápido do que o tubo de fluxo ou

do que os outros elementos com os quais a barra de fixação está conectada. Este esfriamento rápido e desigual gera uma tensão permanente nos elementos com os quais a barra de fixação está conectada.

5 Outro problema é que os medidores de fluxo Coriolis não são dispositivos que sejam produzidos em volumes em uma linha de montagem. Eles são dispositivos de produção em baixa quantidade que são manualmente embarcados e cuidadosamente inspecionados em cada estágio do processo de fabricação para garantir que cada parte vá de encontro às suas especificações de projeto e seja de precisão requerida antes que ela seja unida com outra parte. Este alto grau de cuidado é requerido para garantir que o medidor de fluxo finalizado vá de encontro às suas especificações de projeto e esteja livre de defeitos que poderiam prejudicar sua precisão de saída ou causar sua falha.

 Outro problema dos medidores de fluxo Coriolis é que eles freqüentemente são requeridos de processar materiais corrosivos. Isto degrada a expectativa de vida e a confiabilidade dos medidores de fluxo a não ser que fabricados utilizando materiais exóticos tal como aço inoxidável ou titânio. Estes materiais são caros de comprar e são difíceis de fabricar. O uso destes materiais freqüentemente resulta em um medidor de fluxo possuindo elementos formados de materiais diferentes: tal como um medidor de fluxo que possui alguns elementos de aço inoxidável que devem ser unidos com um tubo de fluxo de titânio para proporcionar um caminho do

fluxo de material todo de titânio que seja altamente resistente aos materiais corrosivos do processo.

Outro problema dos medidores de fluxo Coriolis é que os tubos de fluxo de metal de uma espessura aceitável
5 são relativamente duros e resistentes à curvatura. Quanto mais grossa a parede do tubo de fluxo, mas duro é o tubo de fluxo. Esta rigidez opõem-se às forças Coriolis geradas pelo fluxo de material e reduz as deflexões Coriolis do tubo de fluxo que vibra com o fluxo de material. Isto, por sua vez,
10 reduz a sensibilidade do medidor de fluxo por reduzir a diferença de fase dos sinais de saída gerados pelas coletas do tubo de fluxo. Isto é um problema particular nos medidores de fluxo Coriolis que devem utilizar tubos de fluxo possuindo paredes grossas para o refreamento de materiais de alta
15 pressão. Portanto, o uso de qualquer tubo de fluxo de metal é um compromisso entre a espessura da parede requerida pelos requerimentos de refreamento de pressão e a sensibilidade ao fluxo requerida do medidor de fluxo. A Patente dos Estados Unidos 5.157.975 revela um medidor de fluxo Coriolis possuindo um tubo de fluxo de vidro. Entretanto, ele é quebradiço
20 e não resolve os problemas mencionados acima dos medidores de fluxo Coriolis possuindo tubos de fluxo de metal.

Solução

De acordo com a presente invenção, é proporcionado
25 um medidor de fluxo Coriolis que alcança um avanço na técnica e que resolve os problemas acima incluindo o problema de altos custos de material e de dificuldade de fabricação. O medidor de fluxo da presente invenção resolve estes proble-

mas pelo uso de plástico para a maioria dos elementos incorporando o medidor de fluxo. O medidor de fluxo da invenção resolve os problemas acima utilizando técnicas de fabricação que permitem várias modalidades da invenção serem formadas por moldagem por injeção. Todas as modalidades da invenção fazem uso extensivo de plástico e da moldagem por injeção. Em particular, todas as modalidades possuem uma estrutura dinamicamente ativa que é formada totalmente de plástico por moldagem por injeção.

10 De acordo com uma primeira modalidade ilustrativa possível, é proporcionado um medidor de fluxo Coriolis possuindo um único tubo de fluxo reto, uma barra de equilíbrio de plástico envolvente concêntrica com o tubo de fluxo e uma barra de fixação de plástico que conecta as extremidades da barra de equilíbrio com o tubo de fluxo. Toda a estrutura dinamicamente ativa (tubo de fluxo, barra de equilíbrio e barra de fixação) é formada de plástico por moldagem por injeção. As extremidades do tubo de fluxo podem ser subsequentemente acopladas com flanges extremas por técnicas de ligação apropriadas.

20 De acordo com uma segunda modalidade possível da invenção, os elementos da estrutura dinamicamente ativa bem como as flanges extremas são formados de plástico por moldagem por injeção. Esta segunda modalidade proporciona um caminho do fluxo molhado de plástico que se estende através de todo o comprimento do medidor de fluxo com o fluxo de material se estendendo em série a partir de uma flange de entrada, através do tubo de fluxo até uma flange de saída. Esta

modalidade é vantajosa pelo fato de que o caminho de fluxo molhado de plástico elimina o problema de corrosão resultante de uma interação entre o material do processo e os elementos de metal do medidor de fluxo tal como titânio, aço
5 inoxidável e outros metais. Com a exceção possível de um acionador e das coletas e do invólucro, todo o medidor de fluxo é formado de plástico por moldagem por injeção.

A modalidade acima é formada por um processo de moldagem por injeção que compreende uma primeira etapa de
10 formar um molde do núcleo do caminho de fluxo possuindo uma cavidade que define as características físicas do caminho do fluxo dentro do medidor de fluxo. A cavidade dentro do molde do núcleo do caminho de fluxo é preenchida com um composto de metal de ligas fundíveis contendo bismuto, chumbo, esta-
15 nho, cádmio e índio. Estas ligas possuem uma baixo ponto de fundição de aproximadamente 47° Centígrados. O metal injetado é então permitido de esfriar até seu estado sólido, hora em que as metades divididas do molde são separadas e o metal formado é removido. Este metal define, com precisão, o cami-
20 nho do fluxo de material do medidor de fluxo.

A segunda etapa do processo envolve formar um molde do envoltório possuindo uma cavidade que define o exterior dos elementos do medidor de fluxo a serem formados. O núcleo do caminho de fluxo de metal de baixa temperatura é
25 inserido dentro do molde do envoltório que é então injetado com o plástico que é utilizado para formar o exterior dos elementos do medidor de fluxo. O plástico no molde do envoltório é permitido de esfriar e de se solidificar seguindo-se

ao que as metades separadas do molde do envoltório são separadas e o elemento medidor de fluxo plástico formado é removido. O exterior do plástico formado define as características externas desejadas do elemento medidor de fluxo. O núcleo de metal do caminho do fluxo definindo o caminho do fluxo permanece contido com a estrutura de plástico formada pelo processo de moldagem envoltório. Esta estrutura de plástico definindo o caminho do fluxo é então aquecida até a temperatura requerida para derreter o núcleo de metal do caminho de fluxo de baixa temperatura. O metal de baixa temperatura derrete e flui para fora do elemento medidor de fluxo de plástico de modo que a estrutura resultante é um elemento medidor de fluxo possuindo características físicas exteriores definidas pelo vazio dentro do molde do envoltório e possuindo um caminho de fluxo interno definido pelo núcleo de metal do caminho de fluxo formado pelo molde do núcleo do caminho de fluxo.

Os elementos de plástico do fluxo formados pelo processo acima são vantajosos pelo fato de que suas características físicas externas são formadas com precisão pelo vazio dentro do molde do envoltório. O elemento de fluxo possui um caminho do fluxo interior formado com precisão pelo núcleo de metal de baixa temperatura do caminho do fluxo formado pelo molde do núcleo. Este processo proporciona um caminho de fluxo idealizado possuindo paredes que estão livres de defeitos e de irregularidades típicas dos processos de fundição correntes associados com a fabricação de tubos de fluxo de metal.

Outra modalidade da invenção proporciona um medidor Coriolis possuindo um único tubo de fluxo curvado formado de plástico. Este medidor de fluxo pode ser fabricado por um processo de moldagem por injeção similar a este acima
5 descrito para os medidores de fluxo de tubo reto único.

Outra modalidade da invenção proporciona um medidor de fluxo Coriolis possuindo um par de tubos retos conectados entre uma flange de entrada e uma flange de saída. O par de tubos de fluxo compreende uma estrutura dinamicamente equilibrada formada de plástico que pode ser fabricada por
10 moldagem por injeção de uma maneira similar a esta descrita acima.

Outra modalidade da invenção proporciona um medidor de fluxo Coriolis possuindo um par de tubos de fluxo curvados compreendendo uma estrutura dinamicamente equilibrada e conectada entre uma flange de entrada e uma flange de saída. Este medidor de fluxo pode ser formado de plástico e fabricado de uma maneira similar a esta descrita acima.
15

De acordo com outra modalidade da invenção, todos os medidores de fluxo descritos acima possuem barras de fixação formadas de plástico e fabricadas por moldagem por injeção de plástico de modo a compreender uma unidade integral com os tubos de fluxo associados.
20

De acordo com outra modalidade da invenção, um medidor de fluxo com um único tubo reto inclui uma barra de equilíbrio para equilíbrio dinâmico. A barra de equilíbrio pode ser concêntrica e envolver seu tubo de fluxo associado ou alternativamente, ser um membro separado paralelo e sepa-
25

rado de seu tubo de fluxo associado mas acoplada com o tubo de fluxo por meio de uma barra de fixação associada.

Todas as alternativas descritas acima proporcionam um medidor de fluxo Coriolis que faz uso extensivo de plástico para suas peças. Algumas das modalidades utilizam plástico somente para o tubo ou tubos de fluxo; outras utilizam plástico para toda a estrutura dinâmica compreendendo o tubo ou tubos de fluxo, barra de equilíbrio e barra de fixação. Outras modalidades empregam plástico para as flanges extremas de modo que o medidor de fluxo Coriolis proporciona um caminho do fluxo de material molhado totalmente de plástico. A peça ou peças de plástico dos medidores de fluxo são formadas por moldagem por injeção de modo que a peça ou peças do medidor de fluxo que empregam plástico compreendem um único elemento de plástico inteiriço.

Os medidores de fluxo da presente invenção minimizam os problemas de corrosão pelo uso de materiais plásticos. Estes medidores de fluxo são mais fáceis de fabricar e portanto possuem menores custos por causa do uso da técnicas de moldagem por injeção de plástico. Estes medidores de fluxo evitam os problemas de técnica anterior de espessura de parede não uniforme. Estes medidores de fluxo Coriolis são adicionalmente vantajosos desde que o emprego de moldagem por injeção de plástico proporciona um tubo de fluxo possuindo uma espessura de parede controlada. Se desejado, a parede lateral da barra do tubo de fluxo pode possuir uma alteração axial na espessura de modo a levar a cabo a sintonização modal. Além disso, elementos auxiliares tal como ner-

vuras laterais podem ser colocadas no tubo de fluxo ou na barra de equilíbrio para controlar a vibração lateral. O tubo de fluxo e a barra de equilíbrio e a barra de fixação compreendem uma estrutura integral. Esta estrutura integral também pode incluir flanges ou alternativamente as flanges podem ser afixadas posteriormente por meio de ligação adesiva ou solda de solvente de plástico. O invólucro, se proporcionado, pode ser metal ou plástico e se plástico, pode ser permanentemente afixado junto ao restante dos elementos de plástico do medidor de fluxo para proporcionar uma única unidade integral formada primariamente de plástico, exceto em relação aos elementos de metal necessários tal como os condutores elétricos necessários para operar o medidor de fluxo. Além disso, uma caixa de junção de plástico pode ser colada junto ao medidor de fluxo de plástico após a inserção de fios através do mesmo.

Os moldes são maquinados com precisão para formar caminhos de fluxo possuindo curvaturas ideais com medidas de diâmetro interno e de diâmetro externo bem controladas. Problemas de arredondamento do caminho de fluxo do tubo de fluxo são evitados. Também evitadas são as paredes internas ásperas ou irregulares, não lisas, do tubo de fluxo. Os problemas de corrosão são minimizados pelo uso de plástico. Também evitadas são as falhas das juntas de solda forte ou soldadas típicas dos medidores de fluxo de metal junto com evitação dos problemas térmicos associados com as operações de solda e de solda forte. Além disso, o medidor possui um baixo peso e é facilmente descartado no fim de sua vida útil

por reciclagem do plástico. Os tubos de fluxo de plástico são mais flexíveis do que os tubos de fluxo de metal de mesma espessura. Isto aumenta a sensibilidade do medidor de fluxo por permitir ao tubo de fluxo de plástico possuir uma maior resposta Coriolis para um dada taxa de fluxo.

Um aspecto da invenção é um medidor de fluxo Coriolis compreendendo:

dispositivo de tubo de fluxo adaptado para receber um fluxo de material de uma entrada do medidor de fluxo de tubo e para estender o dito fluxo de material através do dito dispositivo de tubo de fluxo até uma saída do medidor de fluxo;

um acionador para vibrar o dito dispositivo de tubo de fluxo;

dispositivo de coleta acoplado com o dito dispositivo de tubo de fluxo para gerar sinais de saída representando as deflexões Coriolis do dito dispositivo de tubo que vibra com o fluxo do material;

dispositivo responsivo aos ditos sinais de saída gerados pelas ditas coletas para gerar informação de saída pertencendo ao dito fluxo de material; e

caracterizado pelo fato de que o dito medidor de fluxo Coriolis adicionalmente compreende:

o dito dispositivo de tubo de fluxo é formado de plástico para definir um caminho do fluxo de material molhado de plástico que se estende através da totalidade do comprimento do dito dispositivo de tubo de fluxo;

o dito caminho do fluxo de material molhado adicionalmente inclui as saliências do tubo de fluxo de plástico, cada uma

possuindo uma primeira extremidade conectada com as extremidades do dito dispositivo de tubo de fluxo;

um primeiro das ditas saliências do tubo de fluxo de possui uma segunda extremidade adaptada para receber o dito fluxo
5 de material;

uma segunda das saliências do tubo de fluxo de plástico possui uma segunda extremidade adaptada para descarregar o dito fluxo de material.

De preferência, o dito medidor de fluxo Coriolis inclui uma flange de entrada de plástico e uma flange de saída de
10 plástico acopladas com as extremidades dos ditos dispositivos de saliências do tubo de fluxo de plástico para definir a dita entrada do medidor de fluxo e a dita saída do medidor de fluxo.

De preferência, o dito caminho do fluxo de material molhado de plástico adicionalmente inclui a dita flange de plástico de entrada e a dita flange de plástico de saída com o dito
15 fluxo de material se estendendo através da dita flange de plástico de entrada e das ditas saliências do tubo de fluxo de plástico e do dito dispositivo de tubo de fluxo de plástico e da dita
20 flange de plástico de saída.

De preferência, o dito medidor de fluxo Coriolis inclui um invólucro incluindo o dito dispositivo de tubo de fluxo de plástico do invólucro e as ditas saliências de plástico e o dito acionador e o dito dispositivo de coleta.

25 De preferência, o dito invólucro é formado de plástico.

De preferência o dito dispositivo de tubo de fluxo compreende um tubo de fluxo único.

De preferência o dito dispositivo de tubo de fluxo compreende um tubo de fluxo de plástico único;

uma barra de equilíbrio de plástico orientada paralela ao dito tubo de fluxo; e

5 o dispositivo de barra de fixação acoplando o dito tubo de fluxo com as partes de extremidade da dita barra de equilíbrio.

De preferência o dito dispositivo de barra de fixação compreende a primeira e a segunda barras de fixação acoplando as
10 extremidades da dita barra de equilíbrio com o dito tubo de fluxo; e

uma superfície da parede do dito tubo de fluxo contém ondulações em uma parte do dito tubo de fluxo entre as ditas barras de fixação.

15 De preferência o dito caminho do fluxo molhado de plástico adicionalmente inclui uma flange de plástico de entrada e uma flange de plástico de saída acopladas com as extremidades do dito tubo de fluxo.

De preferência a dita barra de equilíbrio e o dito
20 dispositivo de barra de fixação e o dito tubo de fluxo estão incluídos dentro de um invólucro para definir uma estrutura do medidor de fluxo integral formada de plástico.

De preferência a dita barra de equilíbrio e o dito dispositivo de barra de fixação e o dito tubo de fluxo estão in-
25 cluídos dentro de um invólucro para definir uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis integral formada de plástico;

um dispositivo de ligação de conexão do invólucro de plástico acopla uma parede interna do dito invólucro com exte-
mi-

dades da dita barra de equilíbrio e com o dito tubo de fluxo e com o dito dispositivo de barra de fixação.

De preferência o medidor de fluxo Coriolis inclui ligações de conexão do invólucro o de plástico posicionadas intermediárias ao dito dispositivo de flange e ao dito dispositivo de
5 ligação de conexão do invólucro e acoplando a dita parede interna do dito invólucro com o dito tubo de fluxo.

De preferência a dita barra de equilíbrio contém elementos de superfície formados de plástico para facilitar a montagem do dito acionador e do dito dispositivo de coleta junto à
10 dita barra de equilíbrio.

De preferência o dito acionador possui uma bobina plástica integral com a dita barra de equilíbrio e adicionalmente possui uma bobina eletricamente condutora na dita bobina.

De preferência a dita barra de equilíbrio inclui o
15 dito tubo de fluxo.

De preferência a dita barra de equilíbrio é paralela ao dito tubo de fluxo e possui um deslocamento do eixo longitudinal a partir do eixo longitudinal do dito tubo de fluxo.

De preferência o dito dispositivo de tubo de fluxo
20 compreende um primeiro tubo de fluxo de plástico e um segundo tubo de fluxo de plástico e o dito medidor de fluxo Coriolis adicionalmente compreende:

dispositivo de barra de fixação possuindo uma primeira
25 extremidade conectada com as extremidades do dito primeiro tubo de fluxo e uma segunda extremidade conectada com o dito segundo tubo de fluxo.

De preferência o dito caminho do fluxo molhado inclui uma flange de plástico de entrada e uma flange de plástico de saída, cada uma acoplada com as extremidades do dito primeiro tubo de fluxo e do dito segundo tubo de fluxo.

5 De preferência a dita barra de fixação e o dito primeiro tubo de fluxo e o dito segundo tubo de fluxo estão incluídos dentro de um invólucro plástico.

De preferência o dito caminho de fluxo molhado inclui uma primeira saliência de plástico definindo um tubo de distribuição divisor de plástico acoplando a dita flange de entrada com
10 as partes de entrada dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo e adicionalmente inclui uma segunda saliência de plástico definindo um tubo de distribuição combinador de plástico acoplando a dita flange de saída com as partes de saída dos ditos primeiro e
15 segundo tubos de fluxo.

De preferência o dito primeiro tubo de fluxo e o dito segundo tubo de fluxo são curvados.

De preferência o dito caminho de fluxo molhado inclui:
uma flange de plástico de entrada acoplada com as ex-
20 tremidade de entrada dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo;
e uma flange de plástico de saída acoplada com as extremidades de saída dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo.

De preferência o dito caminho de fluxo molhado adicionalmente compreende:

25 o dito tubo de distribuição de entrada de plástico conectando a dita flange de entrada com as ditas extremidades de entrada dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo;

o dito tubo de distribuição de saída de plástico conectando a dita flange de saída com as ditas extremidades de saída dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo.

De preferência a dita barra de fixação e os ditos primeiro e segundo tubos de fluxo e cada um dos ditos tubos de distribuição estão incluídos dentro de um invólucro plástico.

De preferência o dito medidor de fluxo Coriolis compreende:

um invólucro plástico,

dispositivo de acoplamento plástico que acopla o dito invólucro com o dito dispositivo de tubo de fluxo plástico;

o dito dispositivo de tubo de fluxo é plástico e posicionado dentro do dito invólucro e adaptado para receber um fluxo de material;

o dito acionador vibra o dito dispositivo de tubo de fluxo plástico;

o dito dispositivo de coleta está acoplado com o dito dispositivo de tubo de fluxo plástico para gerar sinais de saída representando as deflexões Coriolis do dito dispositivo de tubo de fluxo de plástico que vibra com o fluxo do material;

os ditos sinais de saída são aplicados para o conjunto de circuitos que gera informação relativa ao dito fluxo de material.

De preferência o dito acionador possui uma bobina plástica acoplada com o dito dispositivo de tubo de fluxo; e

o dito dispositivo de coleta possuindo uma bobina plástica acoplada com o dito dispositivo de tubo de fluxo.

Outro aspecto da invenção é um método para fabricar a estrutura de um medidor de fluxo Coriolis incluindo o dispositivo de tubo de fluxo; o dito método compreendendo as etapas de:

5 formar um núcleo definindo um caminho do fluxo de material do dito dispositivo de tubo de fluxo por injetar um metal com baixo ponto de fundição ou material solúvel dentro de uma cavidade de um molde do núcleo com a dita cavidade definindo o dito caminho do fluxo de material;

10 colocar o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado dentro de uma cavidade de um molde do envoltório e fechar o dito molde do envoltório para formar uma cavidade entre a superfície externa do dito núcleo do caminho de fluxo do material formado e a superfície interior da dita cavidade do dito molde do envoltório;

15 a dita cavidade do dito molde do envoltório define a superfície externa do dito dispositivo de tubo de fluxo;

20 preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico para formar um dispositivo de tubo de fluxo plástico moldado que contém o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado;

 remover o dito dispositivo de tubo de fluxo plástico moldado contendo o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado do dito molde do envoltório; e

25 remover o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado do dito dispositivo de tubo de fluxo plástico moldado por elevar a temperatura do dito dispositivo de tubo de fluxo plástico moldado acima do ponto de fundição do dito metal formando o dito núcleo do caminho do fluxo de material ou por dissolver o

dito núcleo do caminho de fluxo do material; formado com um solvente.

De preferência a dita cavidade adicionalmente possui o dispositivo que localiza o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado na dita cavidade do dito molde do envoltório.

De preferência o dito molde do núcleo possuindo a dita cavidade que define o dito caminho do fluxo de material do dito dispositivo de tubo de fluxo.

De preferência a etapa de formar um molde do envoltório inclui ter uma cavidade que define a dita superfície externa do dito dispositivo de tubo de fluxo e adicionalmente possuindo o dito dispositivo que localiza o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado na dita cavidade do dito molde do envoltório.

De preferência o dito dispositivo de tubo de fluxo define um par de tubos de fluxo;

a etapa de formar o dito molde do núcleo inclui:

a etapa de formar o dito molde do núcleo de modo que a dita cavidade do dito molde do núcleo defina os caminhos de fluxo de material do dito par de tubos de fluxo;

a etapa de formar o dito núcleo do caminho do fluxo de material inclui a etapa de formar o dito núcleo do caminho de fluxo de material do dito par de tubos de fluxo;

a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico inclui a etapa de formar uma estrutura de plástico moldada definindo o dito par de tubos de fluxo, cada um contendo um dos ditos núcleo do caminho do fluxo de material.

De preferência a dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis fabricada adicionalmente compreende:

uma primeira barra de fixação acoplando uma primeira extremidade de cada um do dito par de tubos de fluxo uma com a outra e uma segunda barra de fixação acoplando uma segunda extremidade de cada um dos ditos tubos de fluxo uma com a outra;

5 caracterizado pelo fato de que a dita etapa de formar um molde do envoltório inclui a etapa de formar uma cavidade no dito molde do envoltório que define a superfície externa da dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis fabricado incluindo as ditas primeira e segunda barras de fixação e o dito par de tubos de
10 fluxo;

 a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico inclui a etapa de formar uma estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico definindo um par de tubos de fluxo e as ditas barras de fixação e com a dita estrutura do
15 medidor de fluxo Coriolis formada contendo o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado.

De preferência a dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis fabricada adicionalmente compreende:

 elementos de montagem do acionador e elementos de montagem da coleta afixados junto aos ditos primeiro e segundo tubos
20 de fluxo;

 a dita etapa de formar o dito molde do envoltório inclui a etapa de formar uma cavidade no dito molde do envoltório que define a superfície externa da dita estrutura do medidor de
25 fluxo Coriolis fabricada incluindo os ditos elementos de montagem do acionador e os ditos elementos de montagem da coleta;

 caracterizado pelo fato de que o dito molde do envoltório possui provisões para localizar o dito núcleo formado na dita cavidade do dito molde do envoltório;

caracterizado pelo fato de que a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico inclui a etapa de formar uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis plástica moldada que contém o dito par de tubos de fluxo, o dito elemento de montagem do acionador e os ditos elementos de montagem da coleta com o dito par de tubos de fluxo contendo o dito núcleo dos caminhos do fluxo de material formado.

De preferência a dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis fabricada adicionalmente compreende:

10 uma flange de entrada acoplada com uma extremidade de entrada dos ditos tubos de fluxo e uma flange de saída acoplada com uma extremidade de saída dos ditos tubos de fluxo;

 caracterizado pelo fato de que a dita etapa de formar um molde do envoltório inclui a etapa de formar possuindo uma cavidade que define a superfície externa da dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis incluindo os ditos tubos de fluxo, a dita barra de fixação e a dita segunda barra de fixação, a dita flange de entrada e a dita flange de saída;

20 a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico inclui a etapa de formar uma estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada que define as superfície exterior dos ditos tubos de fluxo, das ditas primeira e segunda barras de fixação e da dita flange de entrada e da dita flange de saída com a dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico contendo o dito núcleo do caminho de fluxo de material formado.

De preferência a dita estrutura de medidor de fluxo fabricada adicionalmente compreende:

um tubo de distribuição de entrada acoplando a dita flange de entrada com uma extremidade de entrada dos ditos tubos de fluxo e um tubo de distribuição de saída acoplando a dita flange de saída com uma extremidade de saída dos ditos tubos de
5 fluxo;

a dita etapa de formar um molde do envoltório inclui a etapa de formar possuindo uma cavidade que define a superfície externa da dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis incluindo os ditos tubos de fluxo, a dita primeira barra de fixação e a
10 dita segunda barra de fixação, o dito tubo de distribuição de entrada e o dito tubo de distribuição de saída, a dita flange de entrada e a dita flange de saída;

a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico inclui a etapa de formar uma estrutura de
15 medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada que define a superfície exterior dos ditos tubos de fluxo, das ditas primeira e segunda barras de fixação e do dito tubo de distribuição de entrada e do dito tubo de distribuição de saída, a dita flange de entrada e a dita flange de saída com a dita estrutura do medidor de fluxo
20 Coriolis de plástico contendo o dito núcleo do caminho do fluxo formado.

De preferência a dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis formada compreende um tubo de fluxo e uma barra de equilíbrio concêntrica envolvendo o dito tubo de fluxo;

25 a etapa de formar um molde do núcleo inclui as etapas de formar um primeiro molde do núcleo possuindo uma cavidade que define o caminho do fluxo de material do dito tubo de fluxo;

a dita etapa de formar um molde do núcleo adicionalmente inclui a etapa de formar um segundo molde do núcleo possu-

indo uma cavidade que define o espaço entre a superfície exterior do dito tubo de fluxo e a superfície interior da dita barra de equilíbrio;

a etapa de formar um núcleo inclui as etapas de injetar metal de baixa temperatura ou material solúvel dentro do dito primeiro molde do núcleo para formar o dito núcleo do caminho do fluxo de material e adicionalmente inclui a etapa de injetar metal de baixa temperatura ou material solúvel dentro do dito segundo molde do núcleo para formar um núcleo da barra de equilíbrio oco que define o dito espaço entre a superfície exterior do dito tubo de fluxo e a dita superfície interior da dita barra de equilíbrio;

a etapa de formar o dito molde do envoltório inclui as etapas de formar uma cavidade adaptada para receber o dito núcleo do caminho de fluxo de material formado e o dito núcleo da barra de equilíbrio oco formado;

a etapa de colocar inclui as etapas de colocar o dito núcleo do fluxo de material formado dentro da dita cavidade do molde do envoltório e colocar o dito núcleo da barra de equilíbrio oco formado dentro da dita cavidade do molde do envoltório de modo que o dito núcleo da barra de equilíbrio oco formado esteja concêntrico com o dito núcleo do caminho de fluxo do material;

a etapa de preencher inclui a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico para formar uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada que define a superfície externa do dito tubo de fluxo e a dita barra de equilíbrio concêntrica com a dita estrutura do medidor

de fluxo Coriolis de plástico contendo o dito núcleo do caminho de fluxo de material e o dito núcleo da barra de equilíbrio oco.

De preferência a dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis fabricada adicionalmente compreende:

5 uma primeira barra de fixação acoplando uma primeira extremidade da dita barra de equilíbrio com o dito tubo de fluxo e uma segunda barra de fixação acoplando a segunda extremidade da dita barra de equilíbrio com o dito tubo de fluxo;

 a dita etapa de formar um molde do envoltório inclui a
10 etapa de formar possuindo uma cavidade no dito molde do envoltório que define a superfície externa da dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis incluindo o dito tubo de fluxo e a dita barra de equilíbrio bem como a dita primeira barra de fixação e a dita segunda barra de fixação;

15 a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico inclui a etapa de formar uma estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada que define o dito tubo de fluxo e a dita barra de equilíbrio concêntrica bem como as ditas primeira e segunda barras de fixação e que contém o dito
20 núcleo do caminho de fluxo de material e o dito núcleo da barra de equilíbrio oco.

De preferência a dita estrutura de medidor de fluxo fabricada adicionalmente compreende:

 uma flange de entrada acoplada com uma extremidade de
25 entrada do dito tubo de fluxo e uma flange de saída acoplada com uma extremidade de saída do dito tubo de fluxo;

 caracterizado pelo fato de que a dita etapa de formar um molde do envoltório inclui a etapa de formar possuindo uma cavidade que define a superfície externa da dita estrutura de medi-

dor de fluxo Coriolis incluindo o dito tubo de fluxo, a dita barra de equilíbrio, a dita primeira barra de fixação e a dita segunda barra de fixação, a dita flange de entrada e a dita flange de saída;

5 a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico inclui a etapa de formar uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada que define a superfície exterior do dito tubo de fluxo, a dita barra de equilíbrio, as ditas primeira e segundas barras de fixação e a dita flange de
10 entrada e a dita flange de saída com a dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico contendo o dito núcleo do caminho do fluxo formado e o dito núcleo da barra de equilíbrio oco.

De preferência a dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis fabricada adicionalmente compreender:

15 elementos de montagem do acionador e elementos de montagem de coleta afixados junto à dita barra de equilíbrio;

 a etapa de formar o dito molde do envoltório inclui a etapa de formar uma cavidade no dito molde do envoltório que define a superfície da dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis
20 incluindo o dito tubo de fluxo, a dita barra de equilíbrio, as ditas barras de fixação, o dito tubo de distribuição de entrada e o dito tubo de distribuição de saída e os elementos de montagem do acionador e os elementos de montagem da coleta;

 a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do
25 envoltório com plástico inclui a etapa de formar uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada cuja superfície externa define o dito tubo de fluxo, a dita barra de equilíbrio, as ditas barras de fixação, os ditos elementos de montagem do acionador e os elementos de montagem da coleta na dita barra de equi-

líbrio, o dito tubo de distribuição de entrada e o dito tubo de distribuição de saída e com a dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico contendo o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado e o dito núcleo da barra de equilíbrio oco.

5 De preferência as ditas etapas de formar um núcleo definindo um caminho do fluxo de material do dito dispositivo de tubo de fluxo incluem as etapas de:

injetar um metal com baixo ponto de fundição ou material solúvel dentro de uma cavidade de um molde do núcleo com a dita cavidade definindo o dito caminho do fluxo de material;

colocar o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado dentro de uma cavidade de um molde do envoltório e fechar o dito molde do envoltório para formar uma cavidade entre a superfície externa do dito núcleo do caminho do fluxo de material formado e a superfície interior da dita cavidade do dito molde do envoltório;

a dita cavidade do dito molde do envoltório define a superfície externa do dito dispositivo de tubo de fluxo;

preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório com plástico para formar um dispositivo de tubo de fluxo de plástico moldado que contém o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado;

remover o dito dispositivo de tubo de fluxo de plástico moldado contendo o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado do dito molde do envoltório; e

remover o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado do dito dispositivo de tubo de fluxo de plástico moldado por elevar a temperatura do dito dispositivo de tubo de fluxo de plástico moldado acima do ponto de derretimento do dito metal

formando o dito núcleo do caminho do fluxo de material ou por dissolver o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado moldado com um solvente.

Descrição dos Desenhos

5 A invenção pode ser melhor entendida por uma leitura da descrição detalhada seguinte da mesma feita em conjunto com os desenhos, nos quais:

 A FIG. 1 revela um medidor de fluxo Coriolis possuindo um par de tubos de fluxo retos.

10 A FIG. 2 revela um medidor de fluxo Coriolis possuindo um único tubo de fluxo reto.

 A FIG. 3 revela um medidor de fluxo Coriolis possuindo um único tubo de fluxo reto com ondulações na parte dinamicamente ativa do tubo de fluxo.

15 A FIG. 4 revela um medidor de fluxo Coriolis possuindo um único tubo de fluxo reto envolvido por uma barra de equilíbrio concêntrica e um invólucro incluindo o tubo de fluxo e a barra de equilíbrio.

 As FIGS. 5 e 6 revelam medidores de fluxo Coriolis
20 possuindo um par de tubos de fluxo substancialmente em formato de U.

 A FIG. 7 revela um molde do núcleo utilizado para formar o núcleo de um caminho de fluxo, de um medidor de fluxo com dois tubos de fluxo retos.

25 A FIG. 8 revela o núcleo do caminho do fluxo formado pelo molde do núcleo da FIG. 7.

 A FIG. 9 revela um molde do envoltório e o núcleo do caminho do fluxo antes do núcleo do caminho do fluxo ser colocado dentro dos segmentos da cavidade do molde do envoltório.

A FIG. 10 revela a estrutura do elemento de fluxo Coriolis formada pelo molde do envoltório da FIG. 9 seguindo-se à conclusão do processo de moldagem.

5 A FIG. 11 revela a estrutura do medidor de fluxo da FIG. 10 seguindo-se à sua remoção do molde do envoltório e a remoção por fundição do núcleo do caminho de fluxo.

A FIG. 12 revela a estrutura do medidor de fluxo da FIG. 11 acoplada com as flanges extremas e com um invólucro contornante.

10 A FIG. 13 revela a metade de baixo de um molde do envoltório utilizado para formar o medidor de fluxo da FIG. 5 por um processo de moldagem.

A FIG. 14 revela a metade do molde do envoltório utilizada para formar o medidor de fluxo da FIG. 2 junto com 15 o núcleo do caminho de fluxo seccionado bem como o núcleo da barra de equilíbrio seccionado.

As FIGS. 15, 16, 17 são fluxogramas dos métodos utilizados para fabricar os medidores de fluxo Coriolis incorporando a invenção.

20 Descrição Detalhada

Descrição da FIG. 1

A FIG. 1 revela um vista em seção do medidor de fluxo Coriolis 100 possuindo um par de tubos de fluxo 101 e 102 incluídos dentro de um invólucro 103. Um fluxo de material entra 25 no medidor de fluxo na entrada 106 da flange 104A e se estende através do canal de fluxo 111 do gargalho 105 e da extremidade do invólucro 109A até o bifurcador 114 que divide o fluxo de material em duas metades que são estendidas através

dos tubos de fluxo 101 e 102. Os tubos de fluxo 101 e 102 se estendem através das barras de fixação 110A e 110B. O fluxo de material sai dos tubos de fluxo no combinador 116 e se estende através da extremidade do invólucro 109B e do canal de fluxo 112 do gargalo 115 e da saída 107 da flange 104B. Os gargalos 105 e 115 acoplam as flanges 104A e 104B com as extremidades 109A e 109B do invólucro 103. As partes de extremidade dos tubos de fluxo são acopladas uma com a outra pelas barras de fixação 110A e 110B.

Um ímã e bobina do acionador D estão acoplados com os tubos de fluxo 101 e 102 para vibrar os mesmos transversalmente até seus eixos longitudinais em oposição de fase. O acionador D é energizado por sinais recebidos dos componentes eletrônicos do medidor 121 através do caminho 123. O fluxo de material através dos tubos de fluxo que vibram gera forças Coriolis que são detectadas pelo coleta esquerda LPO e pela coleta direita RPO que geram sinais indicativos da magnitude das forças Coriolis. Os sinais de saída das coletas são estendidos através dos caminhos 122 e 124 até os componentes eletrônicos 121 que processam estes sinais e aplicam a informação de saída através do caminho 125 indicativa do fluxo de material.

De acordo com uma primeira modalidade ilustrativa possível da invenção, os tubos de fluxo 101 e 102 bem como os gargalos 105 e 115 podem ser formados de plástico por um processo de moldagem por injeção para proporcionar um caminho do fluxo molhado através da totalidade do medidor de fluxo entre a entrada 106 e a saída 107.

Como uma outra modalidade possível, os tubos de fluxo 101 e 102 bem como as barras de fixação 110A e 110B, extremidades do invólucro 109A e 109B e flanges 104A e 104B podem ser formados de plástico por um processo de moldagem.

5 Um invólucro de plástico 103 pode ser afixado por ligação adesiva com as extremidades do invólucro 109A e 109B para proporcionar um medidor de fluxo que é construído totalmente de plástico, exceto em relação aos condutores de metal dentro das bobinas do acionador D e das coletas LPO e RPO junto
10 com seus ímãs associados.

O invólucro pode ser fabricado independentemente do restante do medidor de fluxo 100 e subsequente afixado junto às extremidades do invólucro por ligação adesiva. O invólucro pode ser formado de metal ou plástico.

15 Descrição da FIG. 2

A FIG. 2 revela um medidor de fluxo Coriolis seccionado 200 possuindo um único tubo de fluxo 201 acoplado pelas barras de fixação 210A e 210B com a barra de equilíbrio cilíndrica 202 que é concêntrica com o centro longitudinal
20 do tubo de fluxo 201. O fluxo de material é da entrada 106 da flange 104A, através do canal de fluxo 11 do gargalho 105, através da saliência do tubo de fluxo 217A até a barra de fixação 210A, através do tubo de fluxo 201, através da saliência do tubo de fluxo 217B até a barra de fixação 210B,
25 através do canal de fluxo 112 do gargalo 115 até a saída 107 da flange 104B.

A parte do tubo de fluxo 201 incluída pela barra de equilíbrio 202 é definida como a parte dinamicamente ati-

va do tubo de fluxo. Esta parte é vibrada pelo acionador D para gerar forças Coriolis que são detectadas pelas coletas LPO e RPO que aplicam o sinal através dos condutores 122 e 124 para os componentes eletrônicos do medidor 121 da mesma
 5 maneira que descrito em conexão com a FIG. 1. Os componentes eletrônicos do medidor aplicam os sinais através do condutor 122 para o acionador D para vibrar o tubo de fluxo 201 e a barra de equilíbrio 202 em oposição de fase.

Toda ou parte da estrutura apresentada na FIG. 2
 10 pode ser formada de plástico por um processo de moldagem. Se desejado, somente o tubo de fluxo 201 e a barra de equilíbrio 202 podem ser formados de plástico. O restante da estrutura da FIG. 2 poderia então ser metal. Alternativamente, as flanges 104A e 104B poderiam ser adicionalmente formadas
 15 de plástico. Alternativamente, as extremidades do invólucro 109A e 109B e o invólucro 103 poderiam ser formados de metal ou de plástico independentemente e afixados por adesão após o restante do medidor de fluxo ser formado e calibrado.

Descrição da FIG. 3

20 A FIG. 3 revela um medidor de fluxo Coriolis seccionado 300 que é similar ao medidor de fluxo Coriolis da FIG. 2 pelo fato de que ele possui um único tubo de fluxo 301 acoplado pelas barras de fixação 310A e 310B com a barra de equilíbrio 302 que é concêntrica com o tubo de fluxo 301. O
 25 fluxo de material se estende através do medidor de fluxo 300 a partir da entrada 106 da flange 104A, do canal de fluxo 11 do gargalo 105, através da extremidade do invólucro 100A, através da saliência 317A e da parte ativa do tubo de fluxo

301 entre as barras de fixação 310A e 310B, através da saliência 317B e da extremidade do invólucro 109B, através do canal de fluxo 112 do gargalo 115 até a saída 107 da flange 104B.

5 O medidor de fluxo 300 difere do medidor de fluxo 200 somente pelo fato de que a parte dinamicamente ativa do tubo de fluxo 301 intermediária às barras de fixação 310A e 310B possui ondulações 305 que alteram as características vibracionais do tubo de fluxo como descrito em detalhes na Patente dos Estados
10 Unidos 5.814.739. A totalidade do medidor de fluxo Coriolis 300 é feita de plástico pelo uso de um processo de moldagem como anteriormente descrito. Isto, obviamente, exclui os condutores metálicos das bobinas da coleta esquerda LPO, da coleta esquerda RPO, o acionador D e seus ímãs associados.

15 Se desejado, o invólucro 103 pode ser fabricado independentemente e afixado junto ao restante dos elementos do medidor de fluxo por meio de ligação adesiva. Além disso, se desejado, o invólucro pode ser formado de metal. Entretanto, a parte dinamicamente ativa do medidor de fluxo incluindo a totalidade do
20 tubo de fluxo 101 de forma vantajosa será plástico formada por uma operação de moldagem.

Descrição da FIG. 4

A FIG. 4 revela um medidor de fluxo Coriolis seccionado 400 possuindo um único tubo de fluxo reto 401 envolvido por uma barra de equilíbrio concêntrica 402 possuindo
25 distribuição de peso e de rigidez não uniforme. A barra de equilíbrio 402 está conectada com suas extremidades pelas barras de fixação 405 com o tubo de fluxo 401. As barras de

fixação 405 estão conectadas pelas ligações de conexão do invólucro 417A e 417B com a parede interna da extremidade do invólucro 407. As extremidades do tubo de fluxo 401 estão conectadas via os canais de fluxo 411 com a flange de entrada 409A e com a flange de saída 409B. Cada flange 409A e 409B inclui orifícios de parafuso 410 para conexão com linha de suprimento e de saída. Cada flange adicionalmente inclui a superfície radial 412 e a projeção circular 413 envolvendo a entrada 414 e afixada com a superfície da extremidade da flange 415. O invólucro 403 está conectado com as extremidades do invólucro 407 que estão conectadas com os elementos do gargalo 416A e 416B que estão acoplados com as flanges 409A e 409B em seu término.

A barra de equilíbrio 402 possui distribuição de rigidez e de peso não uniforme. Ela compreende uma pluralidade de nervuras laterais distintas 430 que acentuam as características vibracionais do medidor de fluxo. Um dos objetivos deste projeto é concentrar o nó vibracional da estrutura de barra de equilíbrio/tubo de fluxo próxima às barras de fixação 405. As nervuras laterais incluem as nervuras laterais 430A, 430B e 430C. Esta função inibe vibrações laterais indesejadas da barra de equilíbrio. As partes de extremidade da barra de equilíbrio 402 incluem segmentos relativamente grossos 433A e 433B. O término central interno de cada uma destas seções relativamente grossas termina nos vazios 432 e 434. Os vazios são separados pelo elemento central 419 que possui um vazio central 431. Os vazios 432 e 434 proporcionam a flexibilidade máxima da barra de equilí-

brio em sua parte central. A parte central de cima do elemento central 410 está acoplada com o elemento plano 435 que monta uma parte de cima do acionador D. O acionador D recebe sinais através do condutor 424 dos componentes eletrônicos do medidor 425. As superfícies de cima dos segmentos 433A e 433B estão conectadas com os elementos planos 436 e 437 que montam as coletas LPO e RPO.

As coletas LPO e RPO detectam a resposta Coriolis do tubo de fluxo 401 a medida que ele vibra durante condições do fluxo de material. Os sinais de saída das coletas são estendidos através dos condutores 422 e 423 e através da alimentação 421 até os componentes eletrônicos 425 que processam os sinais e aplicam a informação de saída para o caminho 426 com respeito ao fluxo de material.

A totalidade do medidor de fluxo 400, com a exceção dos condutores do acionador D e das coletas LPO e RPO e seus imãs pode ser formada de plástico. O invólucro pode de forma vantajosa ser formado independentemente e afixado pelas extremidades do invólucro 407 junto ao restante dos elementos do medidor de fluxo. O invólucro pode ser formado de metal ou de plástico. As coletas LPO, RPO e o acionador D são de forma vantajosa afixados junto à barra de equilíbrio 402 e ao tubo de fluxo 401 subsequente à fabricação destes elementos por moldagem. Os condutores 422, 423 e 424 são estendidos através das aberturas na alimentação direta 421 após a alimentação direta ser afixada junto a uma abertura no invólucro 403.

Descrição da FIG. 5

A FIG. 5 revela um medidor de fluxo Coriolis 500 possuindo um par de tubos de fluxo substancialmente formados em U 552A e 552B que se estendem através das barras de fixação 520 e 521 e terminam nos tubos de distribuição 502A e 502B. O tubo de distribuição 502A está conectado pelo gargalo 570A com a flange de entrada 501A; o tubo de distribuição 502B está conectado pelo gargalo 570B com a flange de saída 501B. Os tubos de fluxo 552A e 552B possuem uma pluralidade de segmentos. Os segmentos de cima 555A e 555B se estendem dentro dos segmentos curvos 582A e 582B e dos segmentos 583A e 583B. Os tubos de fluxo adicionalmente compreendem os segmentos laterais 553 e 554 que em sua parte de baixo se estendem dentro das seções curvadas 5890 e 581 que, por sua vez, se estendem através das barras de fixação 520 e 521. Os tubos de fluxo adicionalmente se estendem através das barras de fixação até os canais de fluxo 550A e 550B e 550C e 550D e terminam nos tubos de distribuição 502A e 502B.

O acionador D está acoplado com os segmentos de cima dos tubos de fluxo 552A e 552B para vibrar os mesmos em oposição de fase em resposta aos sinais recebidos através do caminho 524 a partir dos componentes eletrônicos do medidor 525. Os segmentos laterais 553 e 554 estão acoplados com as coletas LPO e RPO que geram sinais representando a resposta Coriolis dos tubos de fluxo que vibram com o fluxo de material. Estes sinais são estendidos através dos caminhos 522 e 523 até os componentes eletrônicos do medidor que processam

os sinais e aplicam a informação de saída para o caminho 526 em relação ao fluxo de material.

Todos o medidor 500 com a exceção das bobinas das coletas LPO e RPO e do acionador D pode ser formado de plástico por um processo de moldagem com o plano de divisão do molde apresentado pelas linhas pontilhadas 561 e 562. As flanges 501A e 501B podem ser formadas no mesmo processo ou alternativamente podem ser formadas independentemente e acopladas por adesão plástica com os gargalos 570A e 570B.

Os elementos do medidor de fluxo Coriolis da FIG. 5 podem estar incluídos dentro de um invólucro (não apresentado) para proteção física dos elementos da FIG. 5.

Descrição da FIG. 6

A FIG. 6 revela outra modalidade ilustrativa possível da invenção compreendendo um medidor de fluxo Coriolis 600 possuindo um par de tubos de fluxo substancialmente em formato de U 601 e 602, os tubos de distribuição 610 e 615, os espaçadores 606, 612 e 613, a flange de entrada 609 e a flange de saída 611. A parte de cima dos tubos de fluxo está conectada com o acionador D que vibra os tubos de fluxo em oposição de fase. As pernas laterais 604A, 604B, 605A e 605B dos tubos de fluxo estão acopladas com as coletas LPO e RPO que geram os sinais de saída representando a resposta Coriolis do tubo de fluxo que vibra com o fluxo de material. Os sinais de saída das coletas são aplicados através dos condutores 614 e 618 para os componentes eletrônicos do medidor 625 que processam a informação e aplicam os sinais de saída para o caminho 626 em relação ao fluxo de material. A

extremidade inferior da perna lateral 605A e 605B estão conectadas com as extensões do tubo de distribuição 608 para acoplar as pernas laterais com os tubos de distribuição 610 e 615.

5 A flange de entrada 609 está conectada com o tubo de distribuição 610 que recebe o fluxo de material de entrada e divide o mesmo em duas seções que são estendidas até as pernas inferiores 605A e 605B dos tubos de fluxo. No lado de saída, o tubo de distribuição 615 recebe o fluxo de saída
10 das pernas laterais 604A e 604B e recombina o mesmo em um único fluxo que é aplicado via a flange de saída 611 para um destino do material (não apresentado).

O medidor de fluxo Coriolis 600 pode ser fabricado por moldagem como subsequente descrito por um processo
15 que inclui as etapas de formar um molde do núcleo que se estende através das flanges 609 e 611 e os tubos de distribuição 610 e 615. O processo adicionalmente inclui utilizar os moldes de núcleo em combinação com um molde do envoltório para formar o medidor de fluxo Coriolis 600 para compreender
20 um medidor de fluxo todo de plástico com a exceção dos condutores metálicos associados com o acionador D e com as coletas LPO e RPO. Alternativamente e se desejado, os tubos de fluxo podem ser moldados separadamente e ligados por adesivo com os encaixes dos tubos de distribuição 610 e 615.

25 Descrição do Processo de Moldagem por Injeção de Plástico dos Medidores de Fluxo Coriolis

Descrição das FIGS. 7 e 8

A primeira etapa no processo de moldagem por injeção da presente invenção é fabricar um molde do núcleo que é utilizado para formar o núcleo do caminho do fluxo requerido na próxima etapa do processo de moldagem por injeção. A FIG. 7 revela um molde do núcleo 700 possuindo uma metade superior 701, uma metade inferior 702 e os orifícios de ventilação 703 e 704 que são utilizados para injetar plástico dentro da cavidade que é designada geralmente como 706. O segmento da cavidade 706 inclui os segmentos da cavidade do núcleo do caminho 706A, 706B, 706C, 706D, 706E e 706F. O segmento da cavidade 706 adicionalmente inclui os segmentos da cavidade do tubo de distribuição 707 e 708 e os segmentos de localização do núcleo 719 e 720. O núcleo do caminho do fluxo apresentado na FIG. 8 é formado pelo molde do caminho do núcleo 700 da FIG. 7 quando a metade superior 701 é abaixada de modo que sua superfície de baixo entra em contato com a superfície de cima 709 da metade inferior 702. Seguindo-se a isto, uma liga fundível de baixa temperatura é injetada dentro de um dos orifícios 703 ou 704 com o outro sendo utilizado como uma ventilação de ar.

Após a liga de metal injetada se solidificar, as duas metades 701 e 702 do molde são separadas com a liga de metal dentro dos segmentos da cavidade da FIG. 7 definindo o núcleo do caminho do fluxo da FIG. 8. Estes incluem os segmentos do núcleo do caminho do fluxo 801 e 802, bem como os segmentos do núcleo do tubo de distribuição 807, 808, 803, 804, 806 e 809. O núcleo da FIG. 8 também inclui as proje-

ções de localização 819 na esquerda e 820 na direita (não apresentadas).

Descrição das FIGS. 9, 10 e 11

5 A FIG. 9 revela o molde do envoltório 900 que é utilizado para fabricar um medidor de fluxo completo utilizando os núcleos de caminho de fluxo da FIG. 8. O molde do envoltório 900 compreende uma metade superior 901 e uma metade inferior 902 que são apresentadas separadas mas que são unidas durante o processo de moldagem por injeção.

10 O processo começa quando o núcleo do caminho de fluxo moldado 800 da FIG. 8 é inserido dentro da cavidade da metade inferior 902. Esta cavidade na FIG. 9 possui a estrutura geralmente designada como 928 e 929 para os elementos do tubo de fluxo a serem formados e 904A e 906A para os tubos de distribuição do medidor de fluxo. O núcleo do caminho
15 do fluxo moldado 800 apresentado na FIG. 8 é inserido dentro da cavidade da metade inferior 902. As projeções retangulares 819 e 820 (não apresentadas) nas extremidades do núcleo encaixam-se dentro dos segmentos da cavidade retangular 919 e 920 no molde para localizar o núcleo do caminho do fluxo dentro da cavidade. A metade superior 901 é então abaixada de modo que sua superfície inferior entra em contato com a superfície superior 911 da metade inferior 902 seguindo-se
20 ao que o plástico é injetado dentro da abertura 903 ou 913 da metade superior 901 com a outra abertura sendo utilizada como uma ventilação de ar. O plástico injetado flui dentro dos segmentos da cavidade do molde do envoltório e envolve o núcleo moldado do caminho de fluxo metálico agora posiciona-
25

do dentro dos segmentos da cavidade 928 e 929 da metade inferior 902. A FIG. 9 apresenta os segmentos da cavidade 907A e 908A para as barras de fixação 907 e 908 e as coletas e suportes do acionamento que são formados durante este processo de moldagem. Após o plástico ter tempo para curar e solidificar, as metades superior e inferior 901, 902 do molde 900 são separadas e o medidor de fluxo de plástico Coriolis parcialmente completo apresentado na FIG. 10 é então removido dos segmentos da cavidade da metade inferior 902.

Seguindo-se a sua remoção da cavidade do molde do envoltório 900, a estrutura formada é aquecida até o nível requerido para derreter o núcleo do caminho do fluxo de metal 800 contido dentro da estrutura plástica. O metal derrete, flui para fora e deixa a estrutura do medidor de fluxo 1100 apresentada na FIG. 11 que inclui os tubos de fluxo 1001 e 1002 possuindo os centros ocos anteriormente ocupados pelo núcleo do caminho de fluxo de metal 800 apresentado na FIG. 8. A estrutura apresentada na FIG. 11 também inclui o tubo de distribuição de entrada 904 e o tubo de distribuição de saída 906 e as barras de fixação 907 e 908. A abertura 803 do tubo de distribuição de entrada 904 recebe um fluxo de material dentro da entrada do medidor de fluxo e desvia este fluxo em duas partes que são estendidas através dos tubos de fluxo 1001 e 1002 até o tubo de distribuição de saída 906 que combina os dois fluxos em um único fluxo de material. O tubo de distribuição de saída 906 recebe este fluxo duplo e combina o mesmo em um único fluxo.

Descrição da FIG. 12

A FIG. 12 apresenta um medidor de fluxo Coriolis completo 1200 formado pelo processo de moldagem por a injeção descrito para as FIGS. 7, 8, 9, 10 e 11. O medidor de
5 fluxo 1200 é montado utilizando-se a estrutura do medidor de fluxo 1100 da FIG. 11. As coletas LPO e RPO e o acionador D incluindo suas bobinas e imãs (não apresentados) são fixados junto a estrutura 1100 e os fios 1222, 1223 e 1224 são conectados a partir das coletas LPO e RPO e do acionador D com
10 a alimentação elétrica direta 1221 no invólucro 1201. O invólucro 1201 é então ligado por adesivo com as superfícies exteriores dos tubos de distribuição 904 e 906. Seguindo-se a isto, as flanges 1202 e 1203 são ligadas por adesivo com as partes extremas axiais do invólucro 1201 bem como com as
15 superfícies cilíndricas exteriores radiais dos tubos de distribuição 904 e 906.

As flanges 1202 e 1203 incluem os elementos 1212 que são as superfícies radiais externas de cada flange, a face axial interna 1206 e uma face axial externa 1207, uma
20 superfície biselada 1211 e uma saliência 1209 possuindo uma superfície axialmente interna 1208 que é ligada por adesivo com as extremidades axiais externas do invólucro 1201.

Também apresentados na FIG. 12 estão os componentes eletrônicos do medidor 1221 que através do condutor 1223 aplicam sinais requeridos para energizar o acionador D para
25 vibrar os tubos de fluxo 1001 e 1002 em oposição de fase. Os condutores 1222 e 1224 recebem os sinais das coletas LPO e RPO representando as forças Coriolis induzidas nos tubos de

fluxo que vibram 1001 e 1002 com o fluxo de material. Os componentes eletrônicos recebem estes sinais através dos condutores 1222 e 1224, processam os sinais e aplicam a informação de saída para o caminho 1225 em relação ao fluxo de material.

Descrição da FIG. 13

A FIG. 13 revela uma parte inferior 1301 do molde do envoltório 1300 utilizado para fabricar o medidor de fluxo Coriolis da FIG. 5 por moldagem por injeção para produzir um medidor de fluxo todo de plástico com a exceção dos condutores de metal no acionador D e das coletas LPO e RPO da FIG. 5. O molde do envoltório 1300 inclui um molde do envoltório inferior 1301 possuindo os segmentos da cavidade que definem o exterior do medidor de fluxo Coriolis da FIG. 5. De modo a facilitar um entendimento da correspondência entre os elementos na FIG. 5 e os segmentos da cavidade na parte do molde do envoltório 1301, os dois últimos dígitos de cada número de referência nos dois desenhos (excluindo os caracteres alfabéticos) especificam a correspondência. Portanto, os tubos de fluxo 552A e 552B na FIG. 5 são definidos pelos segmentos da cavidade 11352A e 1352B na FIG. 13.

Ao descrever a função do molde do envoltório 1300, é assumido que o núcleo do caminho do fluxo foi formado como anteriormente descrito para formar uma estrutura de metal representando o caminho do fluxo dos tubos de fluxo 552A e 552B bem como o interior dos elementos estruturais conectados com os tubos de fluxo tal como os gargalos do caminho do fluxo 570A e 570B. Este núcleo do caminho do fluxo formatado

é inserido dentro dos segmentos da cavidade do molde do envoltório 1301.

Os segmentos da cavidade na FIG. 13 incluem os segmentos 1352A e 1352B que definem um par de tubos de fluxo
5 substancialmente em formato de U; os segmentos da cavidade 1354A e 1354B que definem as pernas do lado direito dos tubos de fluxo; os segmentos da cavidade 1320 e 1321 que definem as barras de fixação 520 e 521 da FIG. 5; os segmentos da cavidade 1350A, B, C e D que definem os canais de fluxo
10 550A, B, C e D da FIG. 5; os segmentos da cavidade 1302A e 1302B que definem os tubos de distribuição 502A e 502B; e os segmentos da cavidade 1370A e 1370B que definem os gargalos do caminho do fluxo 570A e 570B.

A estrutura do medidor de fluxo da FIG. 5 é formada quando um núcleo do caminho do fluxo de uma liga com temperatura de derretimento baixa é inserida dentro da cavidade do segmento do molde 1302. Então, um molde superior associado possuindo os segmentos de cavidade complementares a estes do molde do envoltório inferior 1301 e possuindo uma reentrância para acomodar o segmento central se estendendo para
15 cima 1302 do molde do envoltório 1301, é abaixado sobre o molde do envoltório 1301 para formar um volume fechado. A estrutura da FIG. 5 é formada quando plástico é injetado dentro dos segmentos da cavidade do molde do envoltório. Após o plástico inserido e injetado ter solidificado, as partes superior e inferior do molde do envoltório 1300 são separadas e a estrutura formada é removida dos segmentos da
20 cavidade do molde do envoltório 1301. O núcleo do caminho do

fluxo é então removido por fundição. A estrutura restante é idêntica a esta apresentada na FIG. 5 com a exceção das flanges 501A e 501B. Elas são separadamente formadas e afi-
xadas por ligação por adesivo com os gargalos do caminho do
5 fluxo 570A e 570B para formar o medidor de fluxo todo de plástico completo da FIG. 5.

Descrição da FIG. 14

A FIG. 14 revela os detalhes de um molde do envoltório 1400 utilizado para fabricar o medidor de fluxo Coriolis de tubo reto único da FIG. 2. Os segmentos da cavidade
10 na FIG. 14 são identificados pelos números de referência cujos os últimos dois dígitos (não incluindo caracteres alfabéticos) são idênticos aos dois últimos dígitos das partes do medidor de fluxo da FIG. 2 com o qual os elementos da ca-
15 vidade da FIG. 14 correspondem.

Antes de utilizar o molde do envoltório 1400, um núcleo do caminho do fluxo é formado pela técnica descrita anteriormente para definir um elemento de metal representando o caminho do fluxo dos tubos de fluxo 101 da FIG. 2. Es-
20 te núcleo na FIG. 14 é o elemento transversalmente rasurado alongado 1401 se estendendo pelo comprimento da estrutura da cavidade. O núcleo 1401 se estende pelo comprimento do medidor de fluxo a partir do segmento da cavidade 1404A, definindo a flange 104A da FIG. 2, até o segmento da cavidade da
25 flange de saída definindo a flange 104A na FIG. 2. O uso do molde do envoltório 1400 também requer que um núcleo seja anteriormente formado representando o espaço entre a parede interna da barra de equilíbrio 202 e o exterior do tubo de

fluxo 201 na FIG. 2. Este núcleo da barra de equilíbrio é área rasurada transversalmente designada como o elemento 1403. O elemento da cavidade 1402 representa o segmento da cavidade que será preenchido com plástico durante a operação
5 de moldagem por injeção para definir a barra de equilíbrio 202. O elemento 1403 inclui as saliências se projetando para cima, a LPO, D e RPO para definir aberturas na barra de equilíbrio 202 para receber o acionador D e as coletas LPO e RPO. As saliências se projetando para baixo no elemento ra-
10 surado transversalmente 1402 são utilizados para definir aberturas na parte inferior da barra de equilíbrio 202. Estas aberturas são utilizadas durante o processo de fabricação para permitir ajustes no tubo de fluxo e na barra de equilíbrio em relação ao controle de vibração e sintoniza-
15 ção. Eles também localizam o núcleo da barra de equilíbrio na cavidade do molde do envoltório.

Os elementos 1417A e 1417B são os segmentos do segmento da cavidade que definem as saliências do tubo de fluxo 217A e 217B. Os segmentos da cavidade 1410A e 1410B
20 definem as barras de fixação 210A e 210B, os segmentos da cavidade 1409A e 1409B definem as extremidades do invólucro 109A e 109B. Os segmentos da cavidade 1405A e 1415B definem os gargalos 105 e 115 da FIG. 2 conectando as extremidades do invólucro com as flanges. Os segmentos da cavidade 1404A
25 e 1404B definem as flanges 104A e 104B.

O medidor de fluxo da FIG. 2 é formado pelo molde do envoltório 1400 pelas etapas de formar o núcleo do caminho do fluxo 1401, formar o núcleo da barra de equilíbrio

1403, inserir o núcleo da barra de equilíbrio 1403 sobre o núcleo do caminho de fluxo 1401, posicionar os núcleos 1401 e 1403 dentro dos segmentos da cavidade do molde do envoltório 1400 na FIG. 14, abaixar a metade superior (não apresentada) do molde do envoltório sobre a metade inferior apresentada na FIG. 14 injetando plástico dentro dos segmentos da cavidade do molde do envoltório 14, permitindo ao plástico injetado curar e solidificar, separando as duas metades do molde do envoltório 1400, removendo o material de plástico solidificado que então possui uma aparência física do medidor de fluxo Coriolis da FIG. 2 com a exceção dos componentes eletrônicos do medidor e dos condutores e do acionador D e das coletas LPO e RPO. A estrutura formada é então aquecida até uma quantidade suficiente para derreter o material do núcleo que flui para fora do interior da estrutura formada deixando um medidor de fluxo todo de plástico completo idêntico a este da FIG. 2 com a exceção dos elementos de metal necessários incluindo os condutores das bobinas do acionador D e as coletas LPO e RPO bem como os condutores se estendendo até os componentes eletrônicos 121.

Descrição da FIG. 15

A FIG. 15 é um fluxograma ilustrando o método utilizado para formar o medidor de fluxo Coriolis com dois tubos retos apresentado na FIG. 12 utilizando o aparelho de moldagem e as estruturas apresentados nas FIGS. 7, 8, 9, 10 e 11.

A etapa 1502 na FIG. 15 começa o processo e inclui a etapa de formar os núcleos do caminho do fluxo de material 801 e 802 de metal de baixa temperatura ou de material solú-

vel utilizando o molde do núcleo 700. A FIG. 8 apresenta os moldes de núcleo 801 e 802 formados pela moldagem por injeção utilizando o molde do núcleo 700 incluindo sua metade superior 701 e sua metade inferior 702.

5 Na etapa 1504, os núcleo do caminho do fluxo de material formados 801 e 802 são removidos dos molde do núcleo 700 e colocados nos segmentos da cavidade, incluindo os segmentos da cavidade 928, 929 e 904A e 906A do molde do envoltório 900 possuindo uma metade superior 901 e uma metade inferior 902. As projeções 818 e uma projeção correspondente (não apresentada) na extremidade direita dos núcleos 801 e 802 facilitam a colocação precisa dos núcleos 801 e 802 nos segmentos da cavidade do molde do envoltório 900. O molde do envoltório 900 também inclui os segmentos da cavidade 907A, 10 908A, LPO, RPO e D para formar as barras de fixação, 907, 908 e os elementos de montagem para o acionador D e para as coletas LPO e RPO.

Na etapa 1506, as duas metades 901 e 902 do molde do envoltório são fechadas e plástico é injetado dentro das 20 cavidades do molde do envoltório 900 para formar uma estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico 1100 contendo os núcleos do caminho do fluxo de material 801 e 802 e outras estruturas incluindo os tubos de distribuição 904 e 906 apresentados na FIG. 11.

25 Na etapa 1508, a estrutura plástica do medidor de fluxo Coriolis formada 1100 contendo os núcleos do caminho do fluxo de material 801 e 802 é removida do molde do envoltório 900.

Na etapa 1510, a estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico 1100 é aquecida para dissolver os núcleos de metal de baixa temperatura 801 e 802 ou é sujeita à água aquecida para dissolver o material solúvel definindo os núcleos do caminho do fluxo de material 801 e 802.

A estrutura do medidor de fluxo Coriolis plástica 1100 é então sujeita às etapas de fabricação adicionais de modo a formar um medidor de fluxo completo como apresentado na FIG. 12.

10 Descrição da FIG. 16

A FIG. 16 revela as etapas do processo utilizadas para formar o medidor de fluxo Coriolis com dois tubos curvados 500 da FIG. 5 utilizando o molde do envoltório 1300 apresentado na FIG. 13.

15 A etapa 1602 começa este processo e inclui a etapa de formar um par de núcleos do caminho do fluxo de material curvados de metal de baixa temperatura ou de material solúvel. Estes núcleos não são apresentados na FIG. 13 mas são formados utilizando-se um molde do núcleo similar a este da
20 FIG. 7, mas de uma configuração curvada com os núcleos do caminho do fluxo de material formado sendo curvados mas de outro modo comparáveis aos núcleos do caminho do fluxo de material 801 e 802 da FIG. 8.

Na etapa 1604, os núcleos do caminho do fluxo de
25 material curvados formados (não apresentados) são inseridos dentro dos segmentos da cavidade 1352 e 1354 da parte inferior 1301 do molde do envoltório 1300. Este molde adicionalmente inclui os segmentos da cavidade 1320 e 1321 definindo

as barras de fixação, 1350 definindo as extensões do tubo de fluxo, 1302 definindo os tubos de distribuição de entrada e de saída e 1370 definindo os elementos de gargalo para as flanges 501 da FIG. 5 que são subseqüentemente adicionadas.

5 Na etapa 1606, a parte de cima do molde do envoltório (não apresentada) 1300 é posicionada sobre a parte inferior 1301 e plástico é injetado dentro dos segmentos da cavidade do molde do envoltório para formar a estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico 500 da FIG. 5 contendo
10 os núcleos do caminho do fluxo de material curvados (não apresentados) na FIG. 13.

Na etapa 1608, a estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico formada 500 é removida da parte inferior 1301 do molde do envoltório 1300.

15 Na etapa 1610, os núcleos do caminho do fluxo de material são removidos da estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico 500 utilizando calor para derreter o metal de baixa temperatura ou por dissolver o material solúvel por imergir a estrutura do medidor de fluxo Coriolis de
20 plástico 500 em água quente.

Descrição da FIG. 17

A FIG. 17 ilustra as etapas do processo utilizadas para formar o medidor de fluxo Coriolis de tubo reto único 200 utilizando o molde do envoltório da FIG. 14.

25 O processo começa com a etapa 1702 na qual o núcleo do caminho do fluxo de material 1401 é formado de metal de baixa temperatura ou de material solúvel utilizando o

molde do núcleo similar a este do molde do núcleo 700 mas de outro modo não apresentado.

Na etapa 1704, o núcleo 1403 é formado definindo o espaço entre o exterior do núcleo do caminho do fluxo totalmente moldado 1401 e a superfície interna da barra de equilíbrio 202.

Na etapa 1706, o núcleo do caminho do fluxo 1401 é inserido axialmente dentro da extremidade aberta do núcleo 1403.

Na etapa 1708, os núcleos 1401 e 1403 são inseridos dentro da cavidade do molde do envoltório 1400 com a cavidade possuindo uma superfície interna definindo a estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico 200.

na etapa 1710, o plástico é injetado dentro das cavidades do molde do envoltório 1400 que contém os núcleos 1401 e 1403.

Na etapa 1712, a estrutura do Coriolis de plástico formada 200 é removida do molde do envoltório 1400.

Na etapa 1714, os núcleos 1401 e 1403 são removidos da estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico formada 200 por aquecimento do metal de baixa temperatura compreendendo os núcleos ou pela dissolução do material solúvel compreendendo os núcleos utilizando-se água quente.

É para ser entendido que a presente invenção não está limitada à modalidade descrita; mas que ela pode ser utilizada com outros tipos de medidores de fluxo Coriolis incluindo medidores de fluxo de tubo único de configuração irregular ou curvada. Por exemplo, foi descrito como um me-

didor de fluxo plástico Coriolis pode ser formado pelo uso de moldagem por injeção. Se desejado, a totalidade dos medidores de fluxo Coriolis descritos pode ser formada por uma única operação de moldagem por injeção. Alternativamente, um

5 medidor de fluxo todo de plástico pode ser formado por moldagem por injeção separada ou por outras operações de formação nas quais as partes são formadas separadamente e posteriormente unidas por meio de ligação adesiva. Isto é particularmente verdadeiro para certas modalidades nas quais pode

10 ser desejável formar um invólucro como um elemento separado que é posteriormente ligado com os elementos anteriormente formados por ligação por injeção. Alternativamente, em algumas aplicações, pode ser desejável formar o invólucro de metal ao invés do que de plástico para aplicações nas quais a

15 proteção física aumentada das partes dinamicamente ativas do medidor de fluxo é desejada. Neste caso, o invólucro de metal pode ser separadamente formado e aplicado por técnicas de ligação apropriadas junto às partes restantes do medidor de fluxo que podem ser formadas anteriormente por técnicas

20 de moldagem por injeção apropriadas. É para ser entendido que o uso do termo medidor de fluxo de plástico não inclui certos elementos que por necessidade devem ser formados de metal. Estes incluem as bobinas dos acionadores e as coletas e os condutores elétricos se estendendo até os componentes eletrônicos do medidor

25 e os ímãs do acionador e da coletas.

A liga de baixa temperatura pode ser uma liga de cerro-índio denominada Cerrolow 117 que pode ser comprada da McMaster - Carr Supply Company cujo endereço é P.O. Box

43355, Chicago, Illinois 60680-4355. O termo "plástico" como utilizado aqui dentro significa qualquer um dos vários componentes não metálicos, sinteticamente produzidos (normalmente de compostos orgânicos por polimerização) que podem
5 ser moldados em várias formas e endurecidos para uso comercial. Este plástico possui um módulo elástico tão baixo quanto 137.900 Kpa (20.000 psi) para puro e tão alto quanto 13.790.000 Kpa (2.000.000 psi) para vidro preenchido no plástico.

10 O material solúvel referido aqui dentro pode ser uma cera solúvel disponível da Dussel/Yates Investment Casting Wax Inc., cujo endereço é:

1815-t w.15th. Street

Chicago, IL 60608

15 Telefone 312 666 9850

Fax 312 666 7502

Esta cera solúvel pode ser dissolvida por se colocar a estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico contendo o núcleo de cera solúvel em água quente.

REIVINDICAÇÕES

1. Medidor de fluxo Coriolis compreendendo:

5 tubos de fluxo (101, 552A, 102, 552B) adaptado para receber um fluxo de material de uma entrada do medidor de fluxo (106) e para estender o dito fluxo de material através dos ditos tubos de fluxo até uma saída do medidor de fluxo (107);

 um acionador (D) para vibrar os ditos tubos de fluxo (101, 552A, 102, 552B);

10 um dispositivo de coleta (LPO, RPO) acoplado com o dito tubo de fluxo (101, 552A, 102, 552B) para gerar sinais de saída representando as deflexões Coriolis do dito tubo de fluxo (101, 552A, 102, 552B) que vibra com o fluxo do material;

15 um dispositivo (121, 525) responsivo aos ditos sinais de saída gerados pelas ditas coletas para gerar informação de saída pertencendo ao dito fluxo de material; e

 sendo o dito medidor de fluxo Coriolis

CARACTERIZADO adicionalmente pelo fato de que compreende:

20 os ditos tubos de fluxo (101, 552A, 102, 552B) tendo uma estrutura feita inteiramente de plástico.

 2. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por incluir uma flange de entrada de plástico (104A) e uma flange de saída de plástico
25 (104B).

 3. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** adicionalmente por incluir um invólucro (103).

4. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito invólucro é formado de plástico.

5 5. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos tubos de fluxo (101, 552A, 102, 552B) compreendem um primeiro tubo de fluxo reto (101) e um segundo tubo de fluxo reto (102) e o dito medidor de fluxo Coriolis adicionalmente compreende:

um dispositivo de barra de fixação de plástico
10 (110A, 110B) possuindo uma primeira extremidade conectada com o dito primeiro tubo de fluxo reto (101) e uma segunda extremidade conectada com o dito segundo tubo de fluxo (102) reto.

6. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos tubos de fluxo (101, 102) incluem uma flange de plástico de entrada (104A) e uma flange de plástico de saída (104B), cada uma acoplada com as extremidades do dito primeiro tubo de fluxo reto (101) e do dito segundo tubo de fluxo (102) reto.

20 7. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita barra de fixação e o dito primeiro tubo de fluxo reto (101) e o dito segundo tubo de fluxo reto (102) estão encerrados dentro de um invólucro plástico (103).

25 8. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

um tubo de distribuição divisor de plástico (904) acoplando a dita flange de entrada (104A) com as partes de entrada dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo retos (101, 102) e um tubo de distribuição combinador de plástico (906) acoplando a dita flange de saída (104B) com as partes de saída dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo retos (101, 102).

9. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos tubos de fluxo (101, 552A, 102, 552B) compreendem um primeiro tubo de fluxo curvado (552A) e um segundo tubo de fluxo curvado (552B).

10. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

uma flange de plástico de entrada (501A) acoplada com as extremidades de entrada dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo curvados (552A, 552B); e

uma flange de plástico de saída (501B) acoplada com as extremidades de saída dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo curvados (552A, 552B).

11. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende:

uma tubo de distribuição de entrada de plástico (502A) conectando a dita flange de entrada (501A) com as ditas extremidades de entrada dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo curvados (552A, 552B);

um tubo de distribuição de saída de plástico (502B) conectando a dita flange de saída com as ditas extremidades de saída dos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo curvados (552A, 552B).

5 12. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos primeiro e segundo tubos de fluxo curvados (552A, 552B) e cada um dos ditos tubos de distribuição (502A, 502B) estão encerrados dentro de um invólucro plástico.

10 13. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** adicionalmente por compreender:

um invólucro plástico (103),

15 um dispositivo de acoplamento plástico (109A, 109B) que acopla o dito invólucro com os ditos tubos de fluxo plásticos (101, 102);

os ditos tubos de fluxo (101, 102) posicionados dentro do dito invólucro (103) e adaptados para receber um fluxo de material;

20 o dito acionador (D) vibra os ditos tubos de fluxo plásticos (101, 102);

o dito dispositivo de coleta (LPO, RPO) está acoplado com os ditos tubos de fluxo plásticos (101, 102) para gerar sinais de saída representando as deflexões Coriolis dos ditos tubos de fluxo plásticos (101, 102) que vibram com o fluxo do material;

25

os ditos sinais de saída (122, 124) são aplicados a um conjunto de circuitos que gera informação relativa ao dito fluxo de material.

14. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito acionador (D) possui uma bobina plástica acoplada com os ditos tubos de fluxo (101, 102); e

o dito dispositivo de coleta possuindo uma bobina plástica acoplada com os ditos tubos de fluxo (101, 102).

10 15. Método para fabricar a estrutura de um medidor de fluxo Coriolis incluindo tubos de fluxo (101, 102); o dito método sendo **CARACTERIZADO** por compreender as etapas de:

15 formar um núcleo (800) definindo um caminho do fluxo de material dos ditos tubos de fluxo (101, 102) por injetar um metal com baixo ponto de fundição ou material solúvel dentro de uma cavidade de um molde do núcleo (700) com a dita cavidade definindo o dito caminho do fluxo de material;

20 colocar o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) formado dentro de uma cavidade (904A, 906A, 928, 929) de um molde do envoltório (900) e fechar o dito molde do envoltório (900) para formar uma cavidade entre a superfície externa do dito núcleo do caminho de fluxo do material (800) formado e a superfície interior da dita cavidade do
25 dito molde do envoltório (900);

a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900) define a superfície externa dos ditos tubos de fluxo (101, 102);

preencher a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900) com plástico para formar tubos de fluxo plástico moldados (101, 102) que contém o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) formado;

5 remover os ditos tubos de fluxo plásticos moldados (101, 102) contendo o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) formado do dito molde do envoltório (900); e

 remover o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) formado dos ditos tubos de fluxo plásticos moldados (101, 102) por elevar a temperatura dos ditos tubos de
10 fluxo plásticos moldados (101, 102) acima do ponto de fundição do dito metal formando o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) ou por dissolver o dito núcleo do caminho de fluxo do material formado (800) com um solvente.

15 16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) adicionalmente possui um dispositivo (919, 920) que posiciona o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado (800) na dita cavidade do dito molde do envoltório
20 (900).

 17. Método, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** por adicionalmente incluir uma etapa de formar o dito molde do núcleo (700) possuindo a dita cavidade (706) que define o dito caminho do fluxo de material dos ditos tu-
25 bos de fluxo (101, 102).

 18. Método, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADO** adicionalmente por incluir uma etapa de formar um molde do envoltório (900) possuindo uma cavidade (904A,

906A, 928, 929) que define a dita superfície externa dos ditos tubos de fluxo (101, 102) e adicionalmente possuindo o dito dispositivo (919, 920) que localiza o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado (800) na dita cavidade
5 do dito molde do envoltório (900).

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ditos tubos de fluxo (101, 102) definem um par de tubos de fluxo;

a etapa de formar o dito molde do núcleo (700) inclui uma etapa de formar o dito molde do núcleo (700) de modo que a dita cavidade (706) do dito molde do núcleo (700) defina os caminhos de fluxo de material do dito par de tubos de fluxo;
10

a etapa de formar o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) inclui a etapa de formar o dito núcleo do caminho de fluxo de material (800) do dito par de tubos de fluxo;
15

a etapa de preencher a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900) com plástico inclui uma etapa de formar uma estrutura de plástico moldada definindo o dito par de tubos de fluxo (101, 102), cada um contendo um dos ditos núcleo do caminho do fluxo de material.
20

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita estrutura do medidor de fluxo fabricada adicionalmente compreende:
25

uma primeira barra de fixação (110A) acoplando uma primeira extremidade de cada um do dito par de tubos de flu-

xo (101, 102) uma com a outra e uma segunda barra de fixação (110B) acoplando uma segunda extremidade de cada um dos ditos tubos de fluxo (101, 102) uma com a outra;

onde a dita etapa de formar um molde do envoltório (900) inclui a etapa de formar uma cavidade (904A, 906A, 928, 929) no dito molde do envoltório (900) que define a superfície externa da dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis fabricado incluindo as ditas primeira e segunda barras de fixação (110A, 110B) e o dito par de tubos de fluxo (101, 102);

a etapa de preencher a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900) com plástico inclui uma etapa de formar uma estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico definindo o dito par de tubos de fluxo (101, 102) e as ditas barras de fixação (110A, 110B) e com a dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis formada contendo o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado (800).

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis fabricada adicionalmente compreende:

elementos de montagem do acionador e elementos de montagem da coleta afixados junto aos ditos primeiro e segundo tubos de fluxo (101, 102);

a dita etapa de formar o dito molde do envoltório (900) inclui uma etapa de formar uma cavidade (904A, 906A, 928, 929) no dito molde do envoltório (900) que define a superfície externa da dita estrutura do medidor de fluxo Cori-

olis fabricado incluindo os ditos elementos de montagem do acionador e os ditos elementos de montagem da coleta;

onde o dito molde do envoltório (900) possui provisões (919, 920) para localizar o dito núcleo formado (800)
5 na dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900);

onde a etapa de preencher a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900) com plástico inclui uma etapa de formar uma estrutura de medidor de
10 fluxo Coriolis plástica moldada que contém o dito par de tubos de fluxo (101, 102), o dito elemento de montagem do acionador e os ditos elementos de montagem da coleta com o dito par de tubos de fluxo (101, 102) contendo o dito núcleo dos caminhos do fluxo de material formado (800).

15 22. Método, de acordo com a reivindicação 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita estrutura do medidor de fluxo fabricada adicionalmente compreende:

uma flange de entrada (104A) acoplada com uma extremidade de entrada dos ditos tubos de fluxo (101, 102) e
20 uma flange de saída (104B) acoplada com uma extremidade de saída dos ditos tubos de fluxo (101, 102);

onde a dita etapa de formar um molde do envoltório (900) inclui uma etapa de formar possuindo uma cavidade (904A, 906A, 928, 929) que define a superfície externa da
25 dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis incluindo os ditos tubos de fluxo (101, 102), a dita primeira barra de fixação (110A) e a dita segunda barra de fixação (110B), a dita flange de entrada (104A) e a dita flange de saída (104B);

a etapa de preencher a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900) com plástico inclui uma etapa de formar uma estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada que define a superfície exterior dos ditos tubos de fluxo (101, 102), das ditas primeira e segunda barras de fixação (110A, 110B) e da dita flange de entrada (104A) e da dita flange de saída (104B) com a dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico contendo o dito núcleo do caminho de fluxo de material formado (800).

23. Método, de acordo com a reivindicação 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita estrutura de medidor de fluxo fabricada adicionalmente compreende:

um tubo de distribuição de entrada (502A) acoplado a dita flange de entrada (501A) com uma extremidade de entrada dos ditos tubos de fluxo (552A, 552B) e um tubo de distribuição de saída (502B) acoplado a dita flange de saída (501B) com uma extremidade de saída dos ditos tubos de fluxo (552A, 552B);

a dita etapa de formar um molde do envoltório (900) inclui uma etapa de formar possuindo uma cavidade (904A, 906A, 928, 929) que define a superfície externa da dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis incluindo os ditos tubos de fluxo (552A, 552B), a dita primeira barra de fixação (520) e a dita segunda barra de fixação (521), o dito tubo de distribuição de entrada (502A) e o dito tubo de distribuição de saída (502B), a dita flange de entrada (501A) e a dita flange de saída (501B);

a etapa de preencher a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900) com plástico inclui uma etapa de formar uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada que define a superfície exterior dos ditos tubos de fluxo (552A, 552B), das ditas primeira e segunda barras de fixação (520, 521) e do dito tubo de distribuição de entrada (502A) e do dito tubo de distribuição de saída (502B), a dita flange de entrada (501A) e a dita flange de saída (501B) com a dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico contendo o dito núcleo do caminho do fluxo formado (800).

24. Medidor de fluxo Coriolis compreendendo:

um único tubo reto de fluxo (201) adaptado para receber um fluxo de material de uma entrada do medidor de fluxo (106) e para estender o dito fluxo de material através do dito único tubo reto de fluxo (201) até uma saída do medidor de fluxo (107);

um acionador (D) para vibrar o dito único tubo reto de fluxo (201);

um dispositivo de coleta (LPO, RPO) acoplado com o dito tubo reto de fluxo (201) para gerar sinais de saída representando as deflexões Coriolis do dito único tubo reto de fluxo (201) que vibra com o fluxo do material;

um dispositivo (121) responsivo aos ditos sinais de saída gerados pelas ditas coletas para gerar informação de saída pertencendo ao dito fluxo de material; e

sendo o dito medidor de fluxo Coriolis **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende:

o dito único tubo de fluxo (201) tendo uma estrutura feita inteiramente de plástico.

25. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADO** por incluir uma flange de entrada de plástico (104A) e uma flange de saída de plástico (104B).

26. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADO** adicionalmente por incluir um invólucro (103).

10 27. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 26, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito invólucro (103) é formado de plástico.

28. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADO** adicionalmente por:

15 uma barra de equilíbrio de plástico (202) orientada paralela ao dito único tubo reto de fluxo (201); e

o dispositivo de barra de fixação (210A, 210B) acoplado o dito único tubo reto de fluxo (201) com as partes de extremidade da dita barra de equilíbrio (202).

20 29. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

ditos dispositivos de barra de fixação (210A, 210B) compreendem primeiro e segundo barra de fixação (210A, 210B) acoplado as extremidades da dita barra de equilíbrio (202) com o dito único tubo reto de fluxo (201); e

uma superfície da parede do dito único tubo reto de fluxo (201) contém ondulações (305) em uma parte do dito

único tubo reto de fluxo (201) entre as ditas barras de fixação (210A, 210B).

30. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 29, **CARACTERIZADO** pelo fato de que dita barra de equilíbrio (202) e os ditos dispositivos de barra de fixação (210A, 210B) e o dito único tubo reto de fluxo estão incluídos dentro de um invólucro (103) para definir uma estrutura do medidor de fluxo integral formada de plástico.

31. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 30, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

dita barra de equilíbrio (202) e os ditos dispositivos de barra de fixação (210A, 210B) e o dito único tubo reto de fluxo (201) estão incluídos dentro de um invólucro (103) para definir uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis integral formada de plástico;

um dispositivo plástico de ligação de conexão do invólucro (417A, 418B) acopla uma parede interna do dito invólucro (103) com extremidades da dita barra de equilíbrio (202) e com o dito único tubo reto de fluxo e com o dito dispositivo de barra de fixação (210A, 210B).

32. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 31, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente inclui ligações de conexão do invólucro de plástico (417A, 417B) posicionadas intermediárias ao dito dispositivo de ligação de conexão do invólucro (417A, 417B) e acoplando a dita parede interna do dito invólucro (103) com o dito único tubo reto de fluxo (201).

33. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 28, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita barra de equilíbrio (202) contém elementos de superfície (436,435,437) formados de plástico para facilitar a montagem do dito acionador e do dito dispositivo de coleta junto à dita barra de equilíbrio (202).

34. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 33, **CARACTERIZADO** pelo fato de que dito acionador possui uma bobina plástica (435) integral com a dita barra de equilíbrio (202) e adicionalmente possui uma bobina eletricamente condutora (421) na dita bobina.

35. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 33, **CARACTERIZADO** pelo fato de que dita barra de equilíbrio (202) inclui o dito único tubo de fluxo reto (201).

36. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 33, **CARACTERIZADO** pelo fato de que dita barra de equilíbrio (202) é paralela ao dito único tubo de fluxo reto (201) e possui um deslocamento do eixo longitudinal a partir do eixo longitudinal do dito único tubo de fluxo reto (201).

37. Medidor de fluxo Coriolis, de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente um dispositivo de barras de fixação de plástico (110A, 110B) tendo uma primeira extremidade conectada com as extremidades do dito único tubo reto de fluxo (201).

38. Método para fabricar a estrutura de um medidor de fluxo Coriolis incluindo um único tubo reto de fluxo

(201); o dito método sendo **CARACTERIZADO** por compreender as etapas de:

5 formar um núcleo (800) definindo um caminho do fluxo de material do dito único tubo reto de fluxo (201) por injetar um metal com baixo ponto de fundição ou material solúvel dentro de uma cavidade de um molde do núcleo (700) com a dita cavidade definindo o dito caminho do fluxo de material;

10 colocar o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) formado dentro de uma cavidade (904A, 906A, 928, 929) de um molde do envoltório (900) e fechar o dito molde do envoltório (900) para formar uma cavidade entre a superfície externa do dito núcleo do caminho de fluxo do material (800) formado e a superfície interior da dita cavidade do dito molde do envoltório (900);

a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900) define a superfície externa do dito único tubo reto de fluxo (201);

20 preencher a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) do dito molde do envoltório (900) com plástico para formar um único tubo reto de fluxo plástico moldado (201) que contém o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) formado;

25 remover o dito único tubo de fluxo plástico reto moldado (201) contendo o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) formado do dito molde do envoltório (900); e

remover o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) formado do único tubo reto de fluxo plástico mol-

dado (201) por elevar a temperatura do dito único tubo de fluxo plástico reto moldado (201) acima do ponto de fundição do dito metal formando o dito núcleo do caminho do fluxo de material (800) ou por dissolver o dito núcleo do caminho de
5 fluxo do material formado (800) com um solvente.

39. Método, de acordo com a reivindicação 38, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita cavidade (904A, 906A, 928, 929) adicionalmente possui um dispositivo (919, 920) que posiciona o dito núcleo do caminho do fluxo de material
10 formado (800) na dita cavidade do dito molde do envoltório (900).

40. Método, de acordo com a reivindicação 38, **CARACTERIZADO** por adicionalmente incluir uma etapa de formar o dito molde do núcleo (700) possuindo a dita cavidade (706) que define o dito caminho do fluxo de material do dito único
15 tubo reto de fluxo (201).

41. Método, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** adicionalmente por incluir uma etapa de formar um molde do envoltório (900) possuindo uma cavidade (904A, 906A, 928, 929) que define a dita superfície externa do dito
20 único tubo de fluxo reto (201) e adicionalmente possuindo o dito dispositivo (919, 920) que localiza o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado (800) na dita cavidade do dito molde do envoltório (900).

25 42. Método, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis formada compreende um único tubo de fluxo

reto (201) e uma barra de equilíbrio concêntrica (202) envolvendo o dito único tubo de fluxo reto (201);

a etapa de formar um molde do núcleo (1400) inclui etapas de formar um primeiro molde do núcleo possuindo uma
5 cavidade (1402) que define o caminho do fluxo de material do dito único tubo de fluxo reto (201);

a dita etapa de formar um molde do núcleo (1400) adicionalmente inclui uma etapa de formar um segundo molde do núcleo possuindo uma cavidade que define o espaço entre a
10 superfície exterior do dito único tubo de fluxo reto (201) e a superfície interior da dita barra de equilíbrio (202);

a etapa de formar um núcleo inclui etapas de injetar metal de baixa temperatura ou material solúvel dentro do dito primeiro molde do núcleo (1400) para formar o dito núcleo do caminho do fluxo de material (1401) e adicionalmente
15 inclui uma etapa de injetar metal de baixa temperatura ou material solúvel dentro do dito segundo molde do núcleo para formar um núcleo da barra de equilíbrio oco que define o dito espaço entre a superfície exterior do dito único tubo de
20 fluxo reto(201) e a dita superfície interior da dita barra de equilíbrio (202);

a etapa de formar o dito molde do envoltório (1400) inclui etapas de formar uma cavidade (1404A, 1404B) adaptada para receber o dito núcleo do caminho de fluxo de
25 material formado (1401) e o dito núcleo da barra de equilíbrio oco formado;

a etapa de colocar inclui etapas de colocar o dito núcleo do fluxo de material formado (1401) dentro da dita

cavidade do molde do envoltório (1404A, 1404B) e colocar o dito núcleo da barra de equilíbrio oco formado dentro da dita cavidade do molde do envoltório de modo que o dito núcleo da barra de equilíbrio oco formado esteja concêntrico com o
5 dito núcleo do caminho de fluxo do material (1401);

a etapa de preencher inclui uma etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório (1400) com plástico para formar uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada que define a superfície externa do dito
10 único tubo de fluxo reto (201) e a dita barra de equilíbrio concêntrica (202) com a dita estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico contendo o dito núcleo do caminho de fluxo de material e o dito núcleo da barra de equilíbrio oco.

15 43. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis fabricada adicionalmente compreende:

uma primeira barra de fixação (210A) acoplando uma primeira extremidade da dita barra de equilíbrio (202) com o
20 dito único tubo reto de fluxo (201) e uma segunda barra de fixação (210B) acoplando a segunda extremidade da dita barra de equilíbrio (202) com o dito único tubo reto de fluxo (201);

a dita etapa de formar um molde do envoltório
25 (1400) inclui uma etapa de formar possuindo uma cavidade no dito molde do envoltório (1400) que define a superfície externa da dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis incluindo o dito único tubo de fluxo reto (201) e a dita barra de

equilíbrio (202) bem como a dita primeira barra de fixação (210A) e a dita segunda barra de fixação (210B);

a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório (1400) com plástico inclui uma etapa de formar
5 uma estrutura do medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada que define o dito único tubo de fluxo reto (201) e a dita barra de equilíbrio concêntrica (202) bem como as ditas primeira e segunda barras de fixação (210A, 210B) e que contém o dito núcleo do caminho de fluxo de material (1401) e o
10 dito núcleo da barra de equilíbrio oco.

44. Método, de acordo com a reivindicação 43, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita estrutura de medidor de fluxo fabricada adicionalmente compreende:

uma flange de entrada (104A) acoplada com uma extremidade de entrada do dito único tubo de fluxo reto (201)
15 e uma flange de saída (104B) acoplada com uma extremidade de saída do dito único tubo de fluxo reto (201);

onde a dita etapa de formar um molde do envoltório (1400) inclui uma etapa de formar possuindo uma cavidade que
20 define a superfície externa da dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis incluindo o dito único tubo de fluxo reto (201), a dita barra de equilíbrio (202), a dita primeira barra de fixação (210A) e a dita segunda barra de fixação (210B), a dita flange de entrada (104A) e a dita flange de
25 saída (104B);

a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório (1400) com plástico inclui uma etapa de formar uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico mol-

dada que define a superfície exterior do dito único tubo de fluxo reto (201), a dita barra de equilíbrio (202), as ditas primeira e segundas barras de fixação (210A, 210B) e a dita flange de entrada (104A) e a dita flange de saída (104B) com
 5 a dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico contendo o dito núcleo do caminho do fluxo formado (1401) e o dito núcleo da barra de equilíbrio oco.

45. Método, de acordo com a reivindicação 43, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita estrutura de medidor
 10 de fluxo Coriolis fabricada adicionalmente compreende:

elementos de montagem do acionador e elementos de montagem de coleta afixados à dita barra de equilíbrio (202);

a etapa de formar o dito molde do envoltório
 15 (1400) inclui uma etapa de formar uma cavidade no dito molde do envoltório (1400) que define a superfície externa da dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis incluindo o dito único tubo de fluxo reto (201), a dita barra de equilíbrio (202), as ditas barras de fixação (210A, 210B), o dito tubo
 20 de distribuição de entrada (104A) e o dito tubo de distribuição de saída (104B) e os elementos de montagem do acionador e os elementos de montagem da coleta;

a etapa de preencher a dita cavidade do dito molde do envoltório (1400) com plástico inclui uma etapa de formar
 25 uma estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico moldada cuja superfície externa define o dito único tubo de fluxo reto (201), a dita barra de equilíbrio (202), as ditas barras de fixação (210A, 210B), os ditos elementos de monta-

gem do acionador e os elementos de montagem da coleta na dita barra de equilíbrio (202), o dito tubo de distribuição de entrada e o dito tubo de distribuição de saída e com a dita estrutura de medidor de fluxo Coriolis de plástico contendo
5 o dito núcleo do caminho do fluxo de material formado (1401) e o dito núcleo da barra de equilíbrio oco.

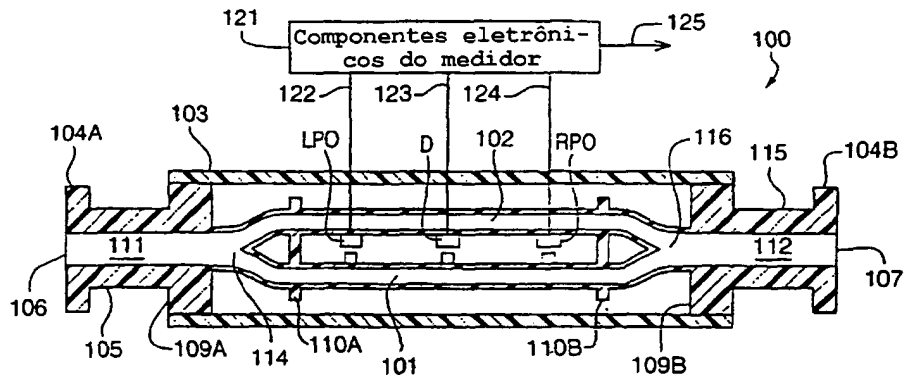


FIG. 1

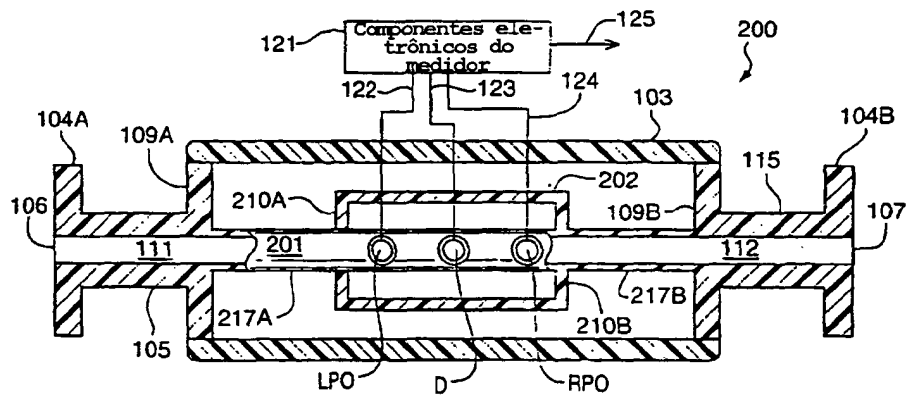


FIG. 2

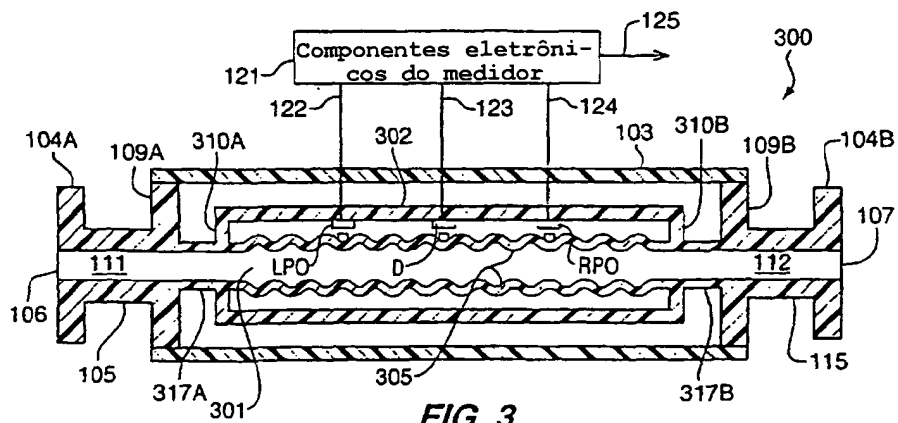


FIG. 3

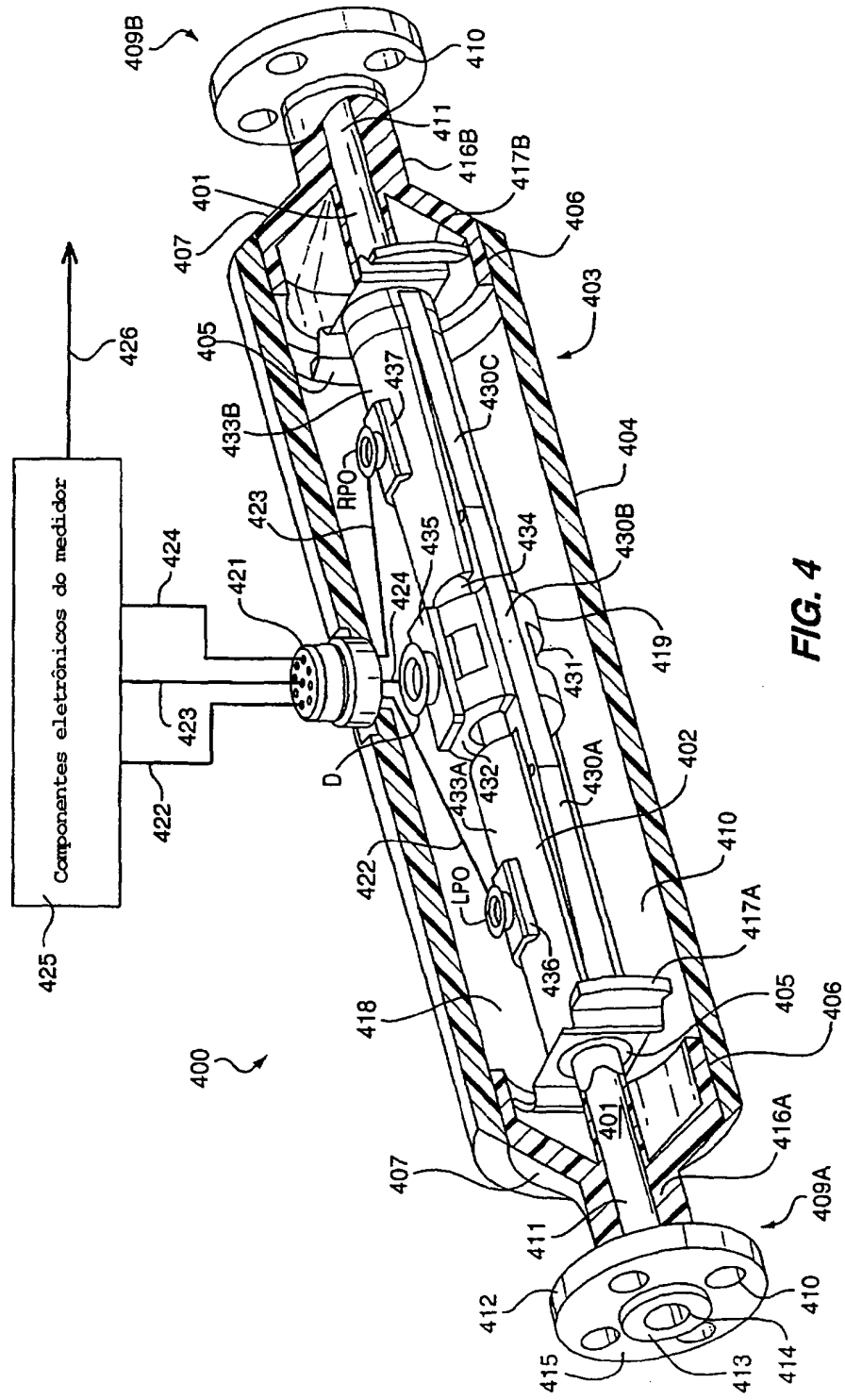
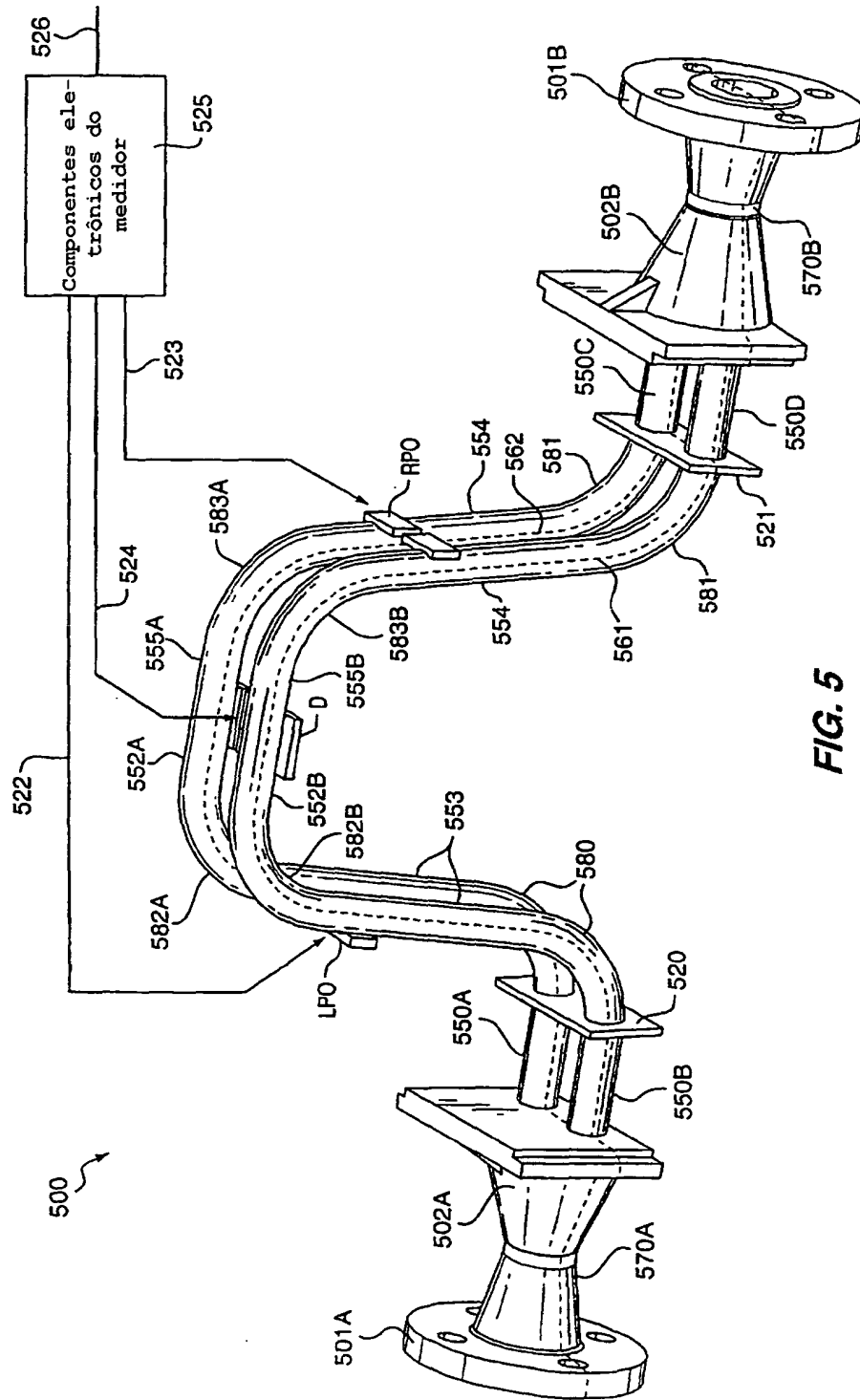


FIG. 4



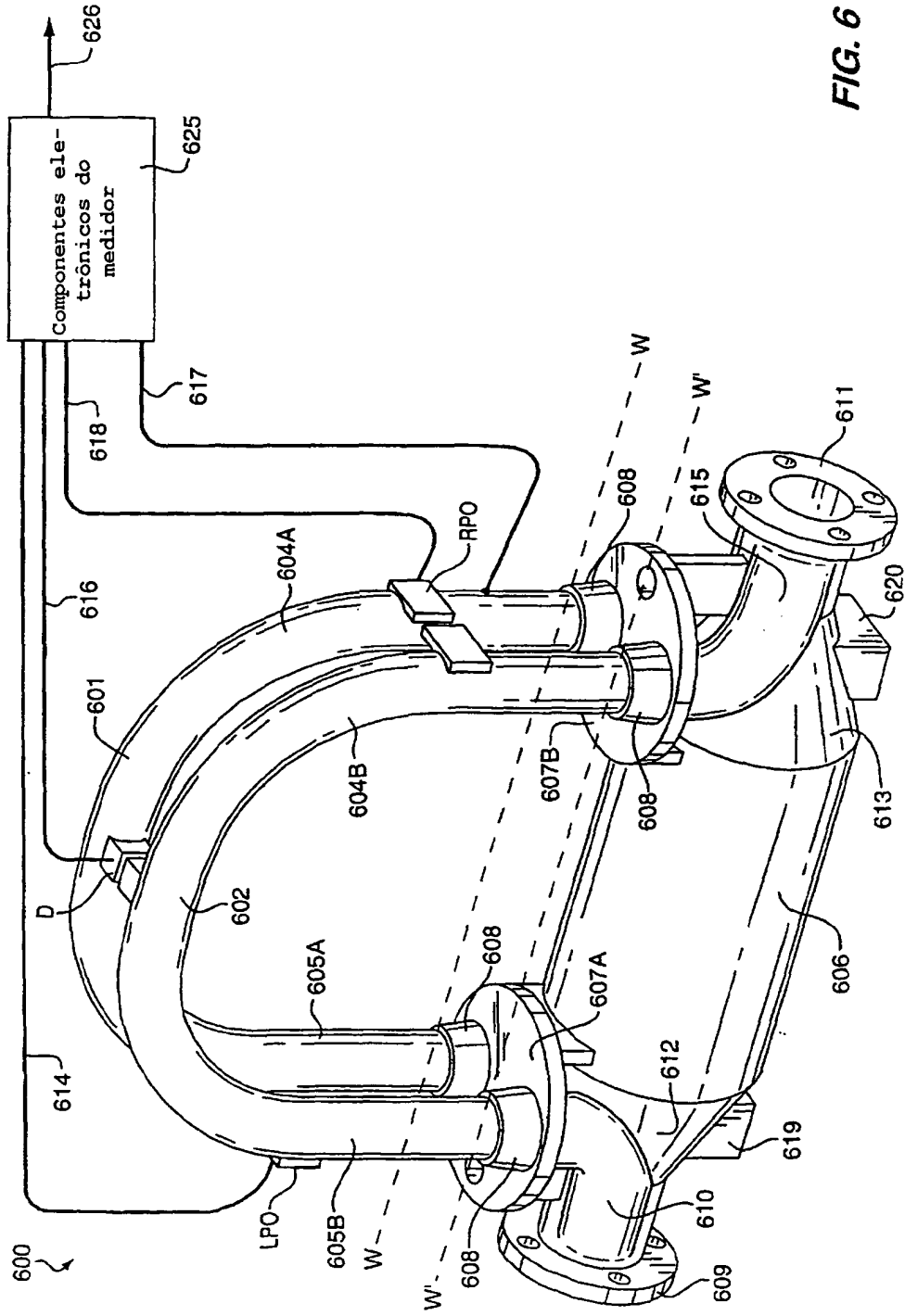


FIG. 6

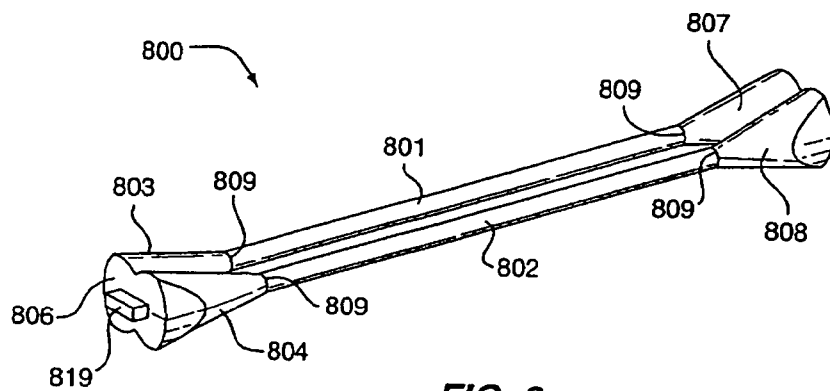
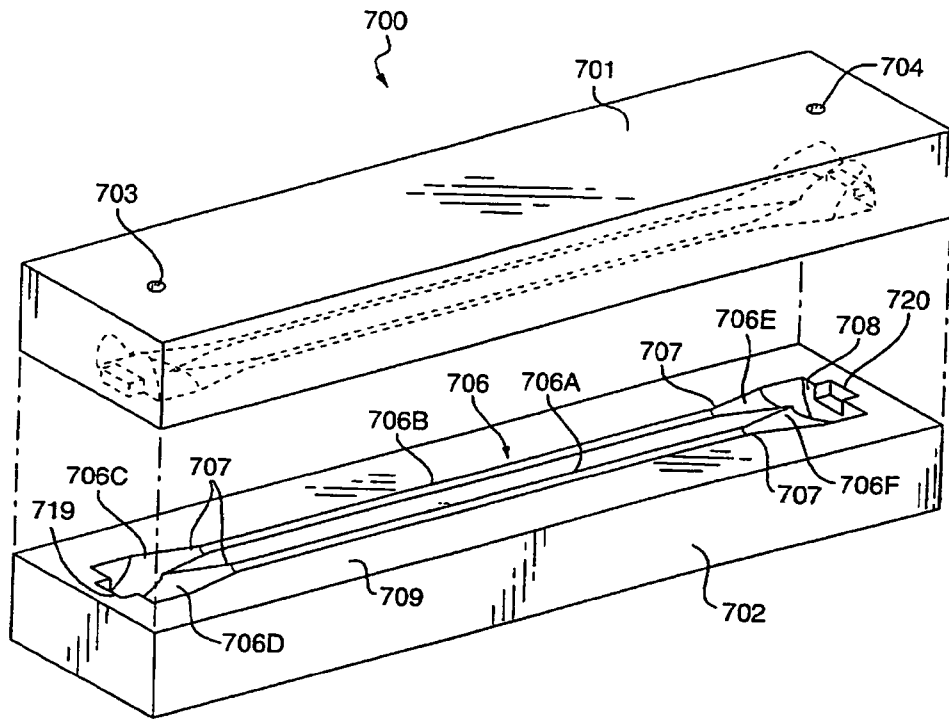
FIG. 7**FIG. 8**

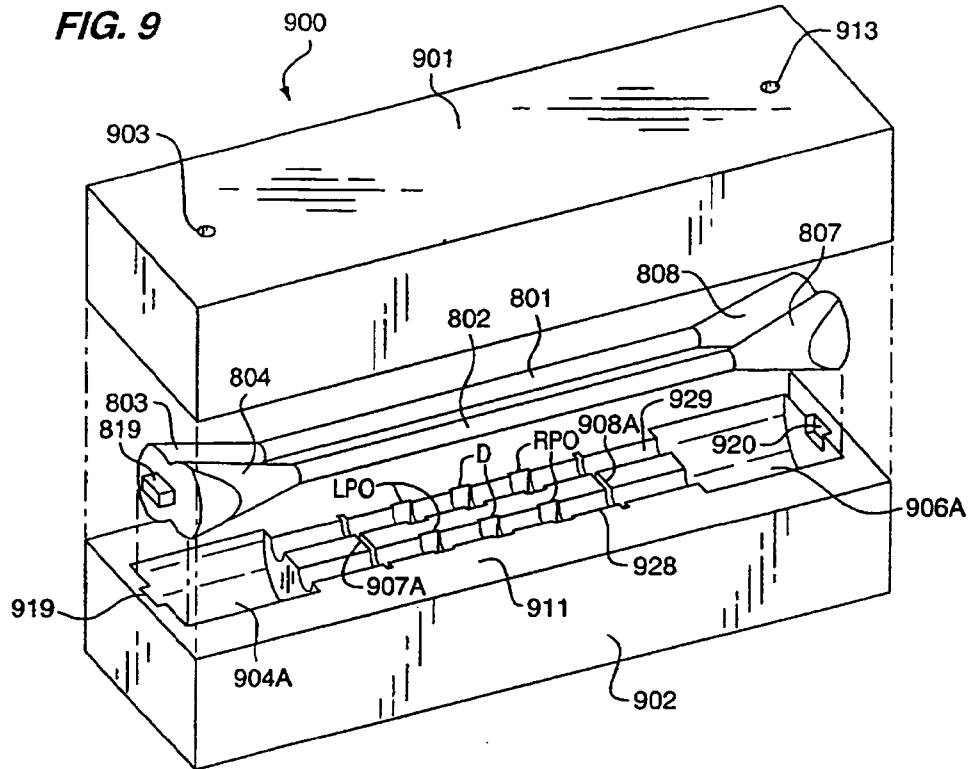
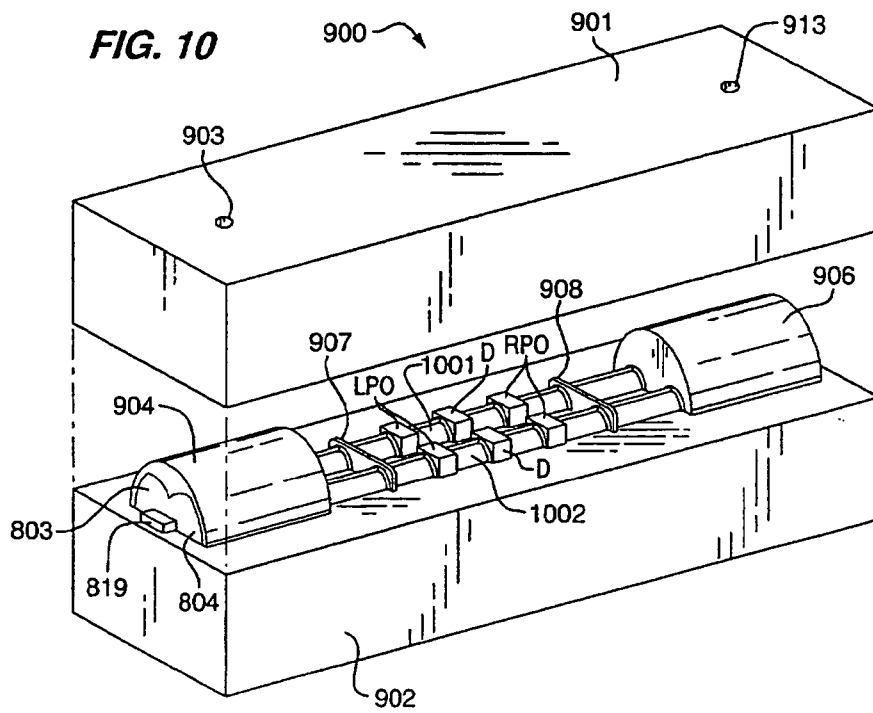
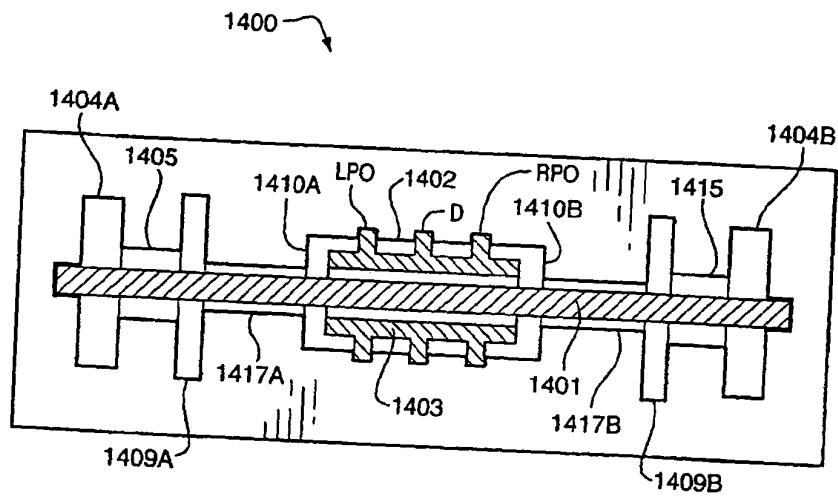
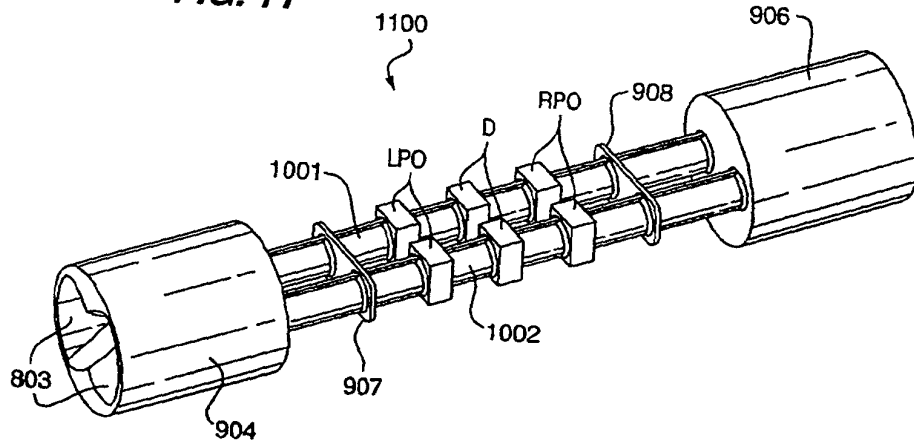
FIG. 9**FIG. 10**

FIG. 11**FIG. 14**

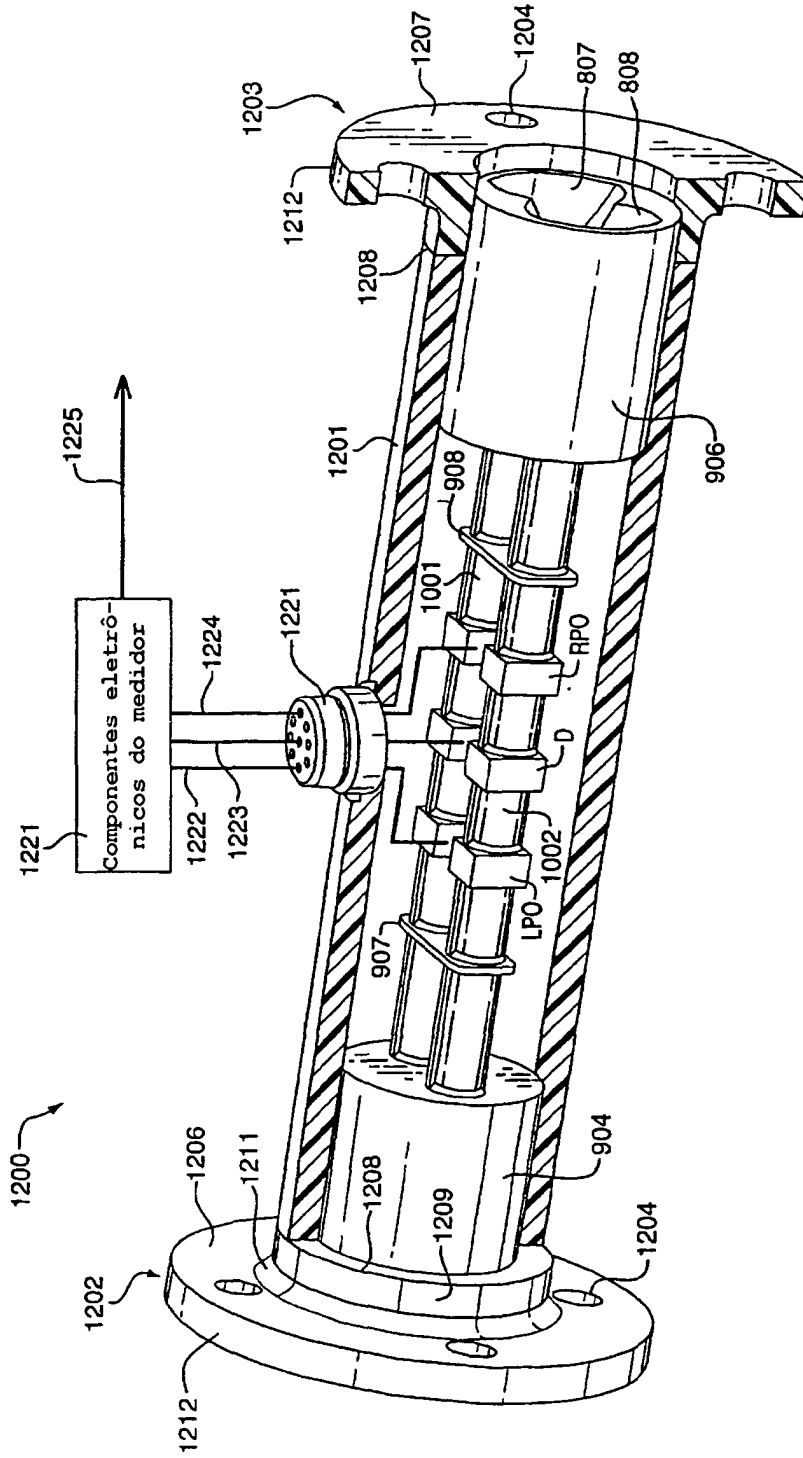


FIG. 12

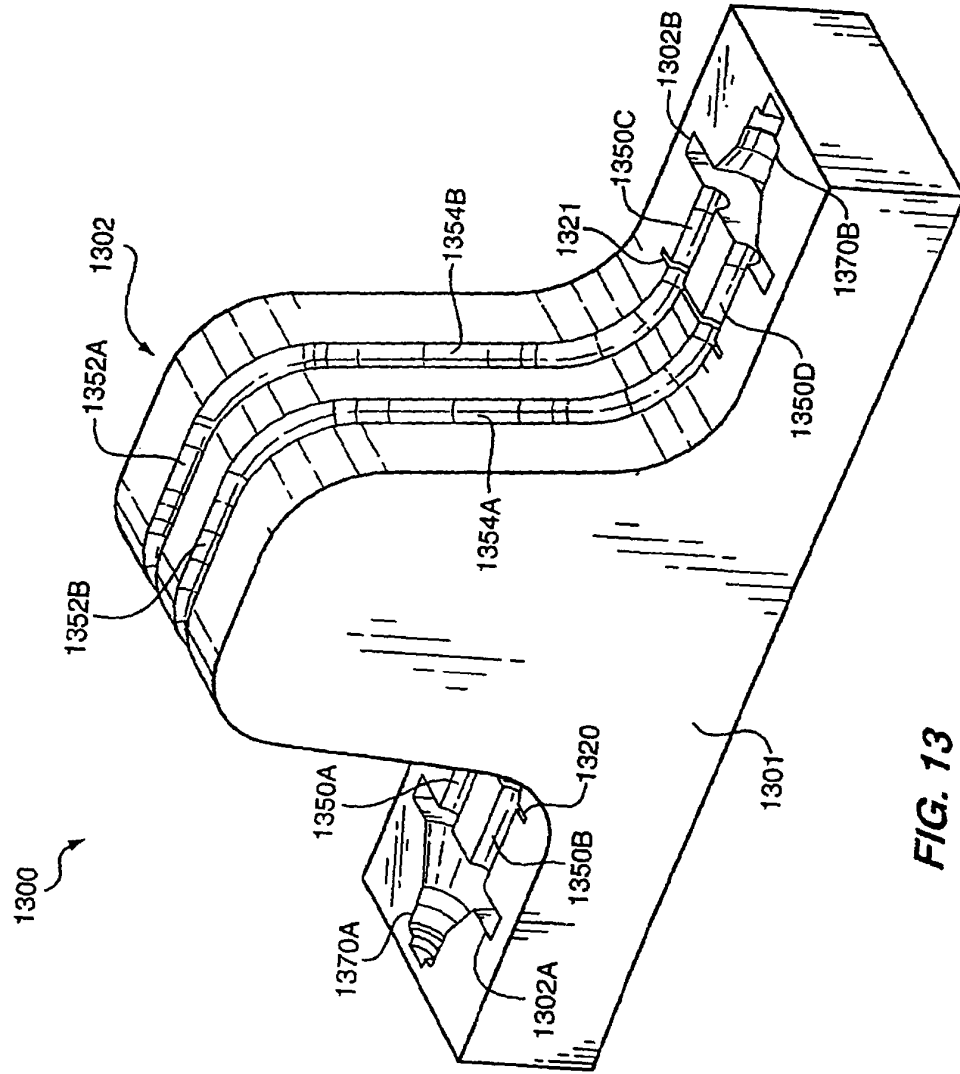


FIG. 13

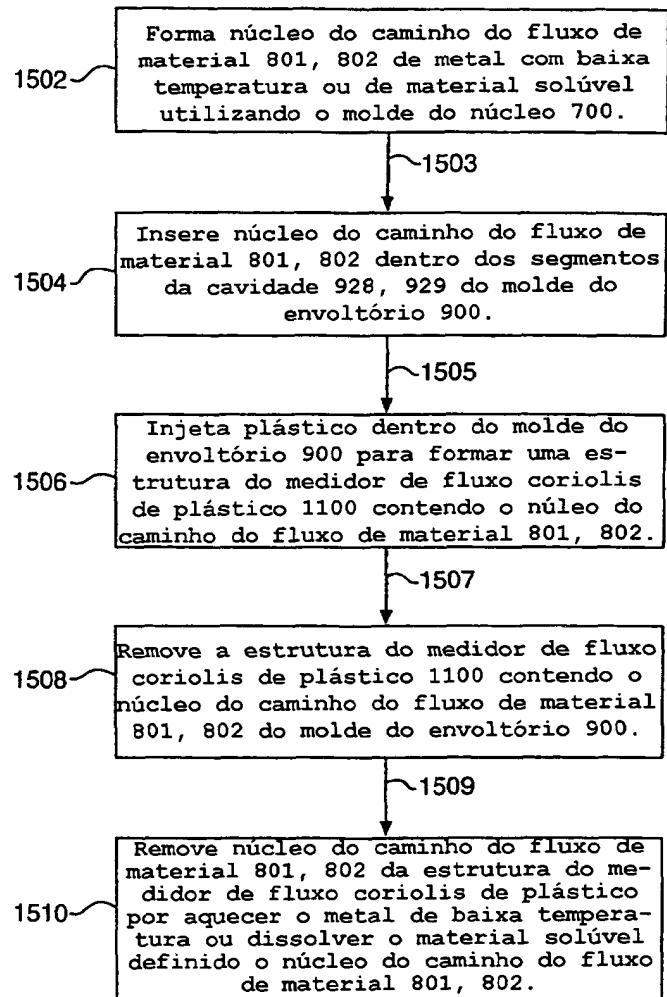
FIG. 15

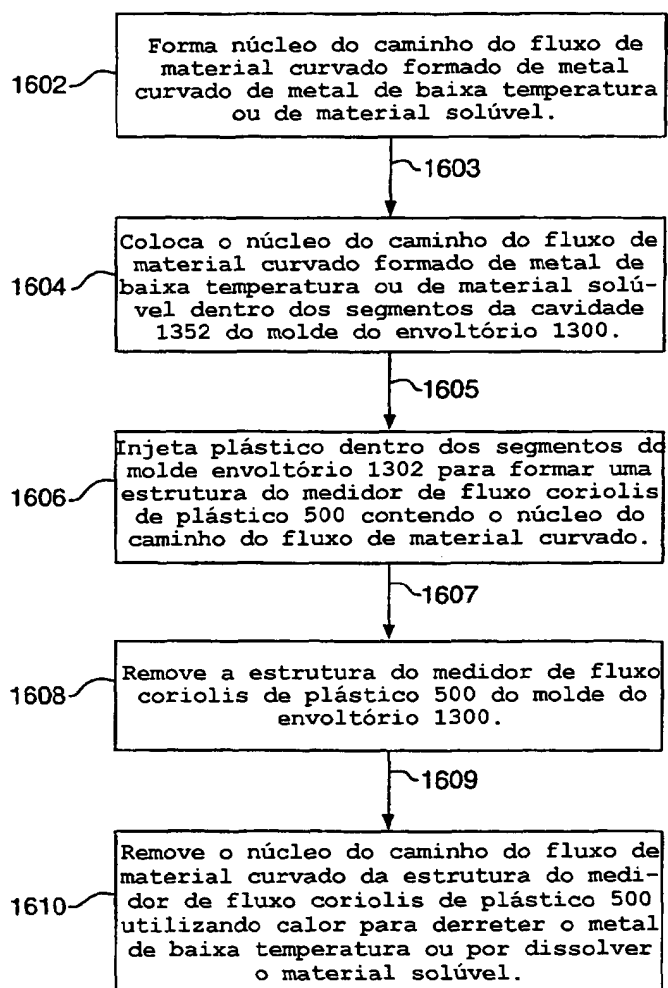
FIG. 16

FIG. 17

