



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

**(11) PI 0415882-2 B1**

**(22) Data do Depósito:** 19/11/2004

**(45) Data de Concessão:** 13/03/2018



---

**(54) Título:** CONJUNTO DE TUBO SENSOR DE FLUXO E MÉTODO DE FIXAR UM TUBO A UM NIPLE

**(51) Int.Cl.:** F16L 13/02; F16L 13/08; F16L 41/08; G01F 1/84; G01F 1/684; G01F 15/18

**(30) Prioridade Unionista:** 19/11/2003 US 10/707.078

**(73) Titular(es):** EMERSON ELECTRIC CO

**(72) Inventor(es):** JOSEPH C. DILLE

"CONJUNTO DE TUBO SENSOR DE FLUXO E MÉTODO DE  
FIXAR UM TUBO A UM NIPLE"

ANTECEDENTES

1. Campo da Revelação

5 A invenção se refere genericamente às conexões de tubo, e mais especificamente, à ação de conectar um tubo de medição de fluxo a um elemento de base.

2. Descrição da Técnica Correlata

A medição e o controle de fluxo de fluido são extremamente importantes nas indústrias de processo. Muitos processos de fabricação exigem extrema precisão e capacidade de repetição na distribuição de fluido, e desse modo demandam que a taxa de fluxo de massa dos fluidos de processo seja medida e controlada de forma precisa. Várias tecnologias  
10 são conhecidas para medição de fluxo de massa. Por exemplo, medição de fluxo de massa baseada no efeito de força Coriolis provê uma medição direta de fluxo de massa. No caso do sensor de fluxo de força Coriolis típico, um tubo de detecção de fluxo, através do qual o fluxo de fluido deve ser estabelecido, é vibrado. Freqüentemente o tubo está no formato de um ou mais laços. O formato de laço é tal que o vetor de fluxo de massa é dirigido em direções opostas em partes diferentes do laço. Os laços de tubo podem, por exemplo, ter o formato de "U", retangular, triangular ou "delta" ou pode  
20 ser espiralado. No caso especial de um tubo reto, há dois vetores de velocidade angular, simultâneos, que são coincidentes com os pontos de fixação do tubo enquanto o vetor de fluxo de massa está em uma única direção.

O vetor de velocidade angular muda de direções uma vez que, em um sistema vibrante, a direção de rotação muda. O resultado é que, em qualquer momento determinado, a força Coriolis está atuando em direções opostas onde os vetores de

5 fluxo de massa ou os vetores de velocidade angular são orientados em direções opostas. Uma vez que o vetor de velocidade angular muda constantemente devido ao sistema vibrante, a força Coriolis também muda constantemente. O resultado é um movimento de torção dinâmica sendo imposto em cima do movimento oscilante do tubo. A magnitude de torção é proporcional ao fluxo de massa para uma determinada velocidade angular.

10

Um instrumento de fluxo de massa térmica mede o fluxo mediante encaminhamento de uma pequena porção do fluxo de fluido através de um tubo de detecção de fluxo. Calor é

15 aplicado no ponto médio do tubo de detecção, com sensores de temperatura lotados em qualquer um dos lados do aquecedor. Cada sensor de temperatura mede a temperatura do fluido em seu local respectivo. O primeiro sensor de temperatura mede a temperatura a montante do aquecedor. O segundo sensor de

20 temperatura mede a temperatura a jusante do aquecedor e reflete uma temperatura correspondendo ao fluido quando aquecido pelo aquecedor. A diferença de temperatura do fluido em qualquer dos lados do aquecedor é proporcional à taxa de

25 fluxo de massa.

O tubo de detecção de fluido em tais dispositivos de medição de fluxo é tipicamente conectado a um elemento base, tipicamente em ou próximo às extremidades de entrada e

de saída do tubo. Para prover operação confiável, as conexões de tubo devem ser sólidas e sem vazamento. Tipicamente, o tubo de fluxo é soldado ao elemento base. Caldeamento produz uma conexão sólida e sem vazamento, mas pode ter resistência à corrosão inferior em comparação com o material do tubo. Soldagem é uma técnica de ligação preferida. Contudo, processos de fabricação e tolerâncias, conhecidos, frequentemente dificultam a obtenção de juntas de conexão de tubo satisfatoriamente soldadas, especialmente em aplicações de pouco fluxo, que exigem tubos de detecção de fluxo muito pequenos.

A presente invenção trata dos empecilhos associados à técnica anterior.

#### SUMÁRIO DA REVELAÇÃO

Em um aspecto da presente invenção, um conjunto de tubo sensor de fluxo inclui um elemento base tendo primeiro e segundo lados geralmente opostos. Uma abertura se estende através do elemento base, e uma extremidade de um tubo sensor de fluxo é recebida na abertura. Um material de enchimento está situado na abertura circundando o tubo sensor de fluxo adjacente ao primeiro lado do elemento base para prender o tubo ao elemento base. Uma ranhura pode ser definida no primeiro lado do elemento base circundando a abertura formando um ressalto saliente adjacente à abertura para facilitar a operação de caldeamento. O tubo sensor de fluxo é soldado ao elemento base adjacente ao segundo lado do elemento base. Para obter uma solda aperfeiçoada em modalidades exemplares, um niple é definido pelo segundo lado do elemen-

to base para melhor combinar com a espessura das peças sendo soldadas. Adicionalmente, o niple pode ser formado em torno do tubo sensor de fluxo de modo a eliminar uma folga entre a abertura e o tubo sensor de fluxo.

5           Uma segunda abertura pode ser provida para receber a extremidade oposta do tubo sensor de fluxo. Essa extremidade do tubo pode ser conectada ao elemento base da mesma forma como a primeira extremidade, com um material de enchimento estando situado na segunda abertura circundando o tubo  
10 sensor de fluxo adjacente ao primeiro lado do elemento base, e a segunda extremidade do tubo sensor de fluxo sendo soldada ao elemento base adjacente ao segundo lado do elemento base.

Um método de fixar um tubo ao elemento base, incluindo inserir uma extremidade do tubo em uma abertura que se estende através do elemento base, também é revelado. Um material de enchimento está situado na abertura em torno do tubo adjacente ao primeiro lado do elemento base para conectar o tubo ao elemento base. Adicionalmente, o tubo é soldado  
20 do ao elemento base adjacente a um segundo lado do elemento base. O segundo lado do elemento base pode ser formado para o tubo, para eliminar uma folga entre a abertura e o tubo. Em certas implementações, um niple cônico definido pelo elemento base é formado utilizando um ajustador de folga ou estampa,  
25 para eliminar a folga entre a abertura e o tubo.

#### DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Outros objetivos e vantagens da invenção se tornarão evidentes mediante leitura da descrição detalhada a se-

guir e mediante referência aos desenhos, nos quais:

A Figura 1 é um diagrama de blocos ilustrando porções de um dispositivo de medição de fluxo de massa.

5 A Figura 2 é uma vista em perspectiva explodida de um conjunto de tubo de acordo com aspectos da presente invenção.

A Figura 3 é uma vista em perspectiva montada do conjunto de tubo mostrada na Figura 2.

10 A Figura 4 é uma vista seccional ilustrando porções do conjunto de tubo mostrada nas Figuras 2 e 3.

A Figura 5 é uma vista inferior do elemento base do conjunto de tubo mostrada nas Figuras 2 e 3.

15 A Figura 6 é uma vista seccional ilustrando conceitualmente um ajustador de folga e porções do conjunto de tubo revelada na mesma.

As Figuras 7 e 8 são vistas seccionais das montagens de tubo ilustrando posições exemplares do tubo em relação a um elemento base.

20 Embora a invenção esteja sujeita a várias modificações e formas alternativas, modalidades específicas da mesma são mostradas como exemplo, nos desenhos, e são descritas aqui em detalhe. Deve ser entendido, contudo, que a descrição feita aqui das modalidades específicas não se destina a limitar a invenção às formas específicas reveladas,  
25 mas ao contrário, a intenção é a de cobrir todas as modificações, equivalentes e alternativas abrangidas pelo espírito e escopo da invenção como definidos pelas reivindicações anexas.

### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Modalidades ilustrativas da invenção são descritas abaixo. Com a finalidade de clareza, nem todas as características de uma implementação atual são descritas nessa especificação. Será evidentemente considerado que no desenvolvimento de qualquer tal modalidade atual, várias decisões de implementação específica devem ser tomadas para se atingir os objetivos específicos dos desenvolvedores, tal como obediência às limitações relacionadas ao sistema e relacionadas ao negócio, que variarão de uma implementação para outra. Além disso, será considerado que tal esforço de desenvolvimento poderia ser complexo e demorado, mas não obstante seria uma tarefa de rotina para aqueles versados na técnica tendo o benefício dessa revelação.

A Figura 1 ilustra, conceptualmente, porções de um sensor de fluxo de massa baseado em Coriolis. Com a finalidade de simplicidade, partes da revelação são apresentadas como implementadas em um dispositivo de medição de fluxo de massa Coriolis, contudo, a presente invenção é aplicável a outros dispositivos exigindo uma conexão de tubo hermética ao fluido, segura. Por exemplo, seria uma tarefa de rotina para aqueles versados na técnica tendo o benefício dessa revelação, aplicar os conceitos revelados a outros dispositivos de medição de fluxo, tal como um dispositivo térmico de medição de fluxo de massa.

O sensor 10 de fluxo de massa Coriolis mostrado na Figura 1 inclui um tubo sensor de fluxo 12, com um disposi-

tivo de acionamento 14 situado em relação ao mesmo de modo a vibrar o tubo. Dispositivos de captação 16 são posicionados em relação ao tubo 10 de modo a medir a torção no tubo 10 devido à força Coriolis. As extremidades do tubo sensor de  
5 fluxo 10 são fixadas a um elemento base que está situado em um alojamento base 18 que conteria as conexões de entrada e de saída do dispositivo. O tubo sensor de fluxo 10 exemplar, mostrado na Figura 1, é um tubo no formato de "U", embora outros formatos tais como delta, retangular, em espiral, ou  
10 retos também poderiam ser utilizados.

A Figura 2 é uma vista em perspectiva explodida de um conjunto de tubo sensor de fluxo 100, exemplar, de acordo com os aspectos da presente invenção. O conjunto de tubo sensor 100 inclui um elemento base 110 e um tubo sensor de  
15 fluxo 112. O elemento base 110 tem aberturas 114 estendendo-se através do mesmo as quais recebem as extremidades do tubo sensor de fluxo 112. Geralmente, uma extremidade do tubo sensor de fluxo 112 é a entrada e a extremidade oposta é a saída, de tal modo que fluxo de fluido pode ser estabelecido  
20 no tubo sensor de fluxo 112 para medir a taxa de fluxo. A Figura 3 mostra o conjunto de tubo sensor de fluxo 100 com as extremidades do tubo sensor de fluxo 112, recebidas nas aberturas 114.

A Figura 4 é uma vista seccional mostrando as ex-  
25 tremidades do tubo de fluxo 112 recebidas nas aberturas 114 no elemento base 110. O material de enchimento 120 está situado na abertura 114 circundando o tubo sensor de fluxo 112 adjacente a um primeiro lado (lado superior como mostrado na

Figura 4) do elemento base 110 para prender o tubo 112 ao elemento base adjacente ao primeiro lado ou lado superior do elemento base 110. Em modalidades exemplares, o material de liga de baixa temperatura é usado para obter uma conexão caldeada adjacente ao lado superior do elemento base 110. As ligas de caldeamento de prata são de um material de enchimento adequado para a junta de caldeamento. Em outras modalidades, solda ou um adesivo, tal como epóxi, é usado para material de enchimento, para fixar o tubo sensor de fluxo 112 adjacente ao primeiro lado do elemento base 110.

O tubo sensor de fluxo 112 também é conectado ao elemento base 110 mediante uma segunda junta 122 no segundo lado (lado inferior, como mostrado na Figura 4), onde ele é soldado ao elemento base 110. A fixação de junta dupla do tubo sensor de fluxo 112 ao elemento base 110 provê uma fixação segura, sem vazamento. A fixação de solda 122 provê uma vedação de fluido, e a junta caldeada 120 provê fixação estrutural.

Nas modalidades exemplares, a abertura 114 tem dois segmentos 114a e 114b definindo primeiro e segundo diâmetros, respectivamente. O diâmetro do primeiro segmento 114a é maior do que o segundo diâmetro 114b, de tal modo que uma folga radial é formada em torno do tubo 112 para prover espaço para o material de enchimento 120. Em certas modalidades utilizando um material de enchimento de caldeamento, aquecimento de indução é usado para obter a junta caldeada, uma vez que isso proporciona calor local adequado e não rompe o tubo 112. Para facilitar o processo de caldeamento, o

lado superior do elemento base 110 define uma ranhura circular 150 para criar um ressalto saliente 152 que permite a colocação de uma ferramenta de aquecimento de indução para obter a junta caldeada.

5           Ao soldar, é conveniente equiparar a espessura das duas partes sendo soldadas. O elemento base 110 é, tipicamente, consideravelmente mais grosso do que o tubo 112, especialmente em aplicações de pouco fluxo utilizando um tubo muito pequeno. Para equiparar melhor a espessura da chapa  
10 com a espessura do elemento base 110 com a parede do tubo 112, um niple 130 é formado na parte inferior do elemento base 110. A Figura 5 é uma vista em perspectiva inferior do elemento base 110 mostrando os bocais 130 definidos pelo elemento base 110.

15           Em um conjunto de tubo de fluxo, exemplar, o elemento base 110 tem aproximadamente 8,380 mm, e o tubo sensor de fluxo 112 tem uma espessura de parede de aproximadamente 0,02 mm. Nessa modalidade exemplar, a extremidade do niple 130 afila até aproximadamente 0,02 mm (idêntica à espessura  
20 da parede de tubo), que é o local onde a solda é realizada.

Além de equiparar a espessura das partes sendo soldadas, é preferível reduzir a folga entre as mesmas a aproximadamente 10% da espessura das partes. Tolerâncias de fabricação entre o segundo segmento 114b e o diâmetro do tubo 112 podem tornar difícil a obtenção de contato íntimo e-  
25 xigido entre o tubo sensor de fluxo 112 e o elemento base 110 para se obter uma solda consistente e uma junta hermética ao fluido. No caso da modalidade exemplar citada acima em

que o tubo 112 tem uma espessura de parede de 0,02 mm, a folga aceitável seria de 0,002 mm. Contudo, uma tolerância típica para o diâmetro externo do tubo 112 sensor de fluxo seria de  $\pm 0,005$  que resultaria em uma folga inaceitável de  
5 0,01 mm.

Para obter contato íntimo apesar das tolerâncias de fabricação, após inserção do tubo 112 na abertura 114 o elemento base 110 pode ser formado para eliminar a folga entre o tubo 112 e o segundo segmento 114a da abertura 114.  
10 Como mostrado na Figura 4, uma parte do segundo segmento 114b da abertura 114 está situada no niple 130. Em modalidades exemplares, um ajustador de folga, ou estampa 140, é prensado sobre o niple 130 com uma força controlada para fechar qualquer folga entre a abertura 114 e o tubo sensor de  
15 fluxo 112. A Figura 6 ilustra conceptualmente um processo de estampagem para formar o elemento base 110 em torno do tubo 112 em um conjunto de tubo exemplar. A Figura 6 mostra o elemento base 110 invertido, de modo que o niple 130 formado pelo lado inferior do elemento base 110 está apontando para  
20 cima, como visto no desenho. Na modalidade ilustrada, o niple 130 é geralmente cônico, definindo uma conicidade de aproximadamente  $62^\circ$ . O ajustador de folga 140 tem uma conicidade 142 de aproximadamente  $60^\circ$  que interfere com o niple 140 quando uma força é aplicada ao ajustador de folga 140  
25 para estampar a abertura 114 em torno do tubo 112, eliminando qualquer folga entre os mesmos.

As Figuras 7 e 8 ilustram algumas diferentes posições de tubo/geometrias de solda. Na Figura 7, o tubo 14 es-

tá situado de tal modo que a extremidade do tubo 14 está geralmente em nível com o niple 130. Nessa situação, a solda seria feita perpendicular ao elemento base 110. Na Figura 8, o tubo 114 se projeta a partir do elemento base 110. Nessa  
5 situação, a solda seria feita em um ângulo.

As modalidades específicas reveladas acima são somente ilustrativas, uma vez que a invenção pode ser modificada e praticada de formas diferentes, porém equivalentes, evidentes àqueles versados na técnica tendo o benefício dos  
10 presentes ensinamentos. Adicionalmente, não se pretende qualquer limitação aos detalhes de construção ou modelo aqui mostrados, diferentes daqueles descritos nas reivindicações abaixo. É, portanto, evidente que as modalidades específicas reveladas acima podem ser alteradas ou modificadas e que  
15 tais variações são consideradas como abrangidas pelo escopo e espírito da invenção. Conseqüentemente, a proteção aqui procurada é como exposto nas reivindicações abaixo.

## REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100),  
**CARACTERIZADO** por compreender:

um elemento base (110) tendo primeiro e segundo  
5 lados geralmente opostos;

um niple (130) definido pelo segundo lado do elemento base (110);

uma abertura (114) estendendo-se através do elemento base (110) e o niple (130);

10 um tubo sensor de fluxo (112) tendo uma extremidade recebida na abertura (114);

um material de enchimento (120) situado na abertura (114) circundando o tubo sensor de fluxo (112) adjacente ao primeiro lado do elemento base; e

15 um tubo sensor de fluxo (112) sendo soldado ao elemento base (110) adjacente ao segundo lado do elemento base.

2. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que  
20 a abertura tem primeiro (114a) e segundo (114b) segmentos definindo primeiro e segundo diâmetros, respectivamente, o primeiro diâmetro sendo maior do que o segundo diâmetro.

3. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que  
25 o material de enchimento (120) está situado no primeiro segmento (114a) da abertura (114) circundando o tubo sensor de fluxo (112).

4. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de

acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o segundo segmento (114b) da abertura (114) está situado pelo menos parcialmente no niple (130).

5                    5. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o segundo lado do elemento base (110) adjacente à abertura (114) é formado em torno do tubo sensor de fluxo (112) de modo a eliminar uma folga entre a abertura e o tubo sensor de fluxo.

10                   6. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o niple (130) é formado em torno do tubo sensor de fluxo (112) de modo a eliminar uma folga entre a abertura e o tubo sensor de fluxo.

15                   7. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma parte do tubo sensor de fluxo (112) se estende a partir do segundo lado do elemento base (110).

20                   8. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** adicionalmente por compreender:

uma segunda abertura (114) estendendo-se através do elemento base (110);

25                   uma segunda extremidade do tubo sensor de fluxo (112) sendo recebida na segunda abertura (114);

um material de enchimento (120) situado na segunda abertura (114) circundando o tubo sensor de fluxo (112) adjacente ao primeiro lado do elemento base (110); e

a segunda extremidade do tubo sensor de fluxo (112) sendo soldada ao niple (130).

9. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** adicionalmente por compreender uma ranhura (150) definida no primeiro lado do elemento base (110) circundando a abertura (114) criando um ressalto saliente (152) adjacente à abertura (114).

10. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o material de enchimento (120) compreende um material de caldeamento.

11. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o material de enchimento (120) compreende solda.

12. Conjunto de tubo sensor de fluxo (100), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o material de enchimento (120) compreende um epóxi.

13. Método de fixar um tubo (112) a um niple (130) formado em um elemento base (110), **CARACTERIZADO** por compreender as etapas de:

inserir uma extremidade do tubo (112) em uma abertura (114) estendendo-se através do niple (130);

colocar um material de enchimento (120) em torno do tubo (112) na abertura (114) adjacente a um primeiro lado do elemento base (110); e

soldar o tubo (112) ao niple (130).

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a abertura (114) tem primeiro

(114a) e segundo (114b) segmentos definindo primeiro e segundo diâmetros, respectivamente, o primeiro diâmetro sendo maior do que o segundo diâmetro, onde posicionar o material de enchimento (120) inclui posicionar o material de enchimento (120) em torno do tubo (112) no primeiro segmento (114a) da abertura (114).

15. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** adicionalmente por compreender estampar o segundo lado do elemento base (110) no tubo (112).

10           16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estampagem do segundo lado do elemento base (110) inclui estampar o niple (130) estendendo-se a partir do segundo lado do elemento base (110) até o tubo (112).

15           17. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o tubo (112) é inserido na abertura (114) de tal modo que uma parte do tubo (112) se estende a partir do segundo lado do elemento base (110).

20           18. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** adicionalmente por compreender as etapas de:

          inserir uma segunda extremidade do tubo (112) em uma segunda abertura (114) estendendo-se através do niple (130);

25           colocar um material de enchimento (120) em torno da segunda extremidade do tubo (112) na segunda abertura (114) adjacente ao primeiro lado do elemento base; e

          soldar a segunda extremidade do tubo (112) ao niple (130).

19. Método, de acordo com a reivindicação 13,  
**CARACTERIZADO** pelo fato de que um material de enchimento  
(120) compreende um material de caldeamento, o método com-  
preendendo adicionalmente aquecer indutivamente o material  
5 de caldeamento localizado na abertura (114).

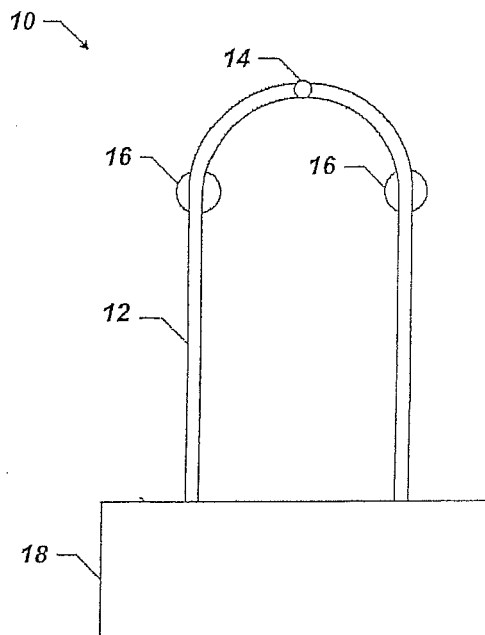


FIG. 1

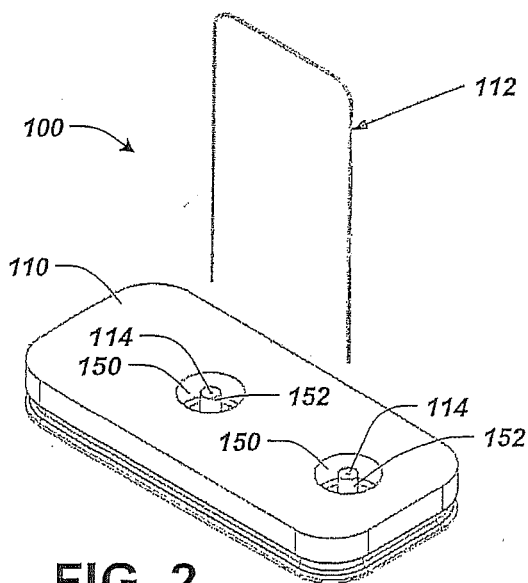


FIG. 2

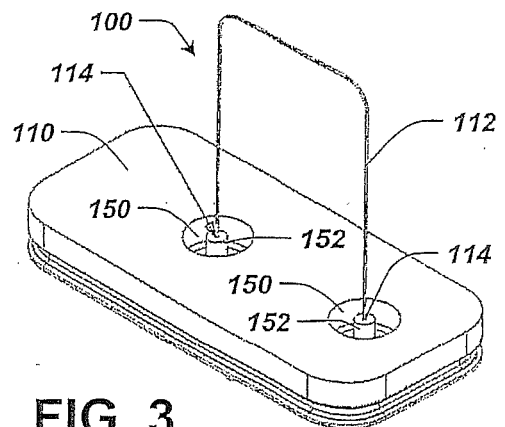


FIG. 3

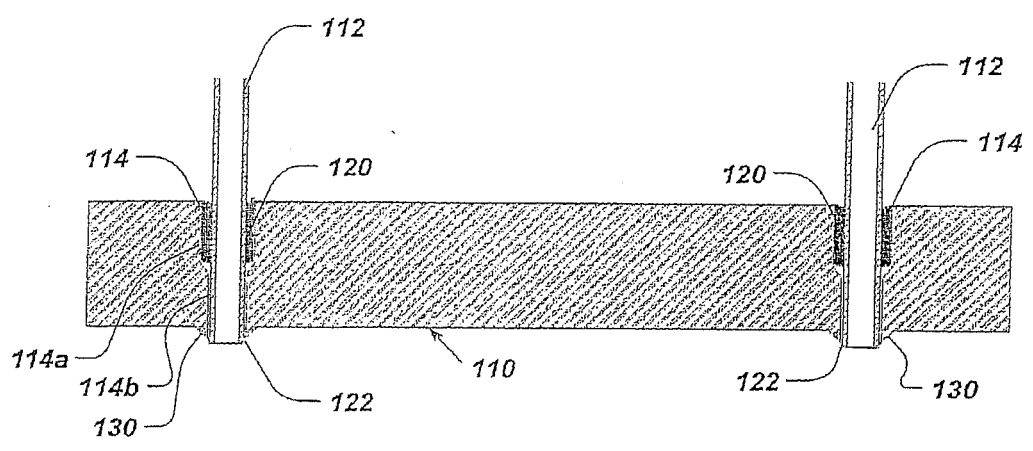


FIG. 4

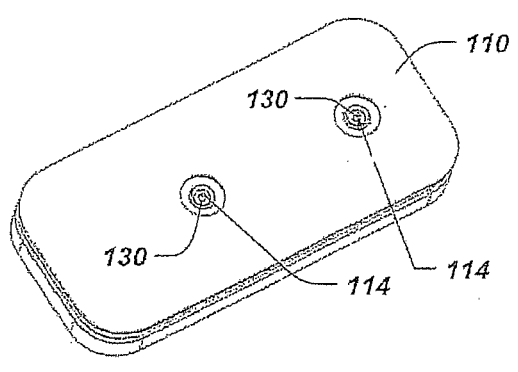


FIG. 5

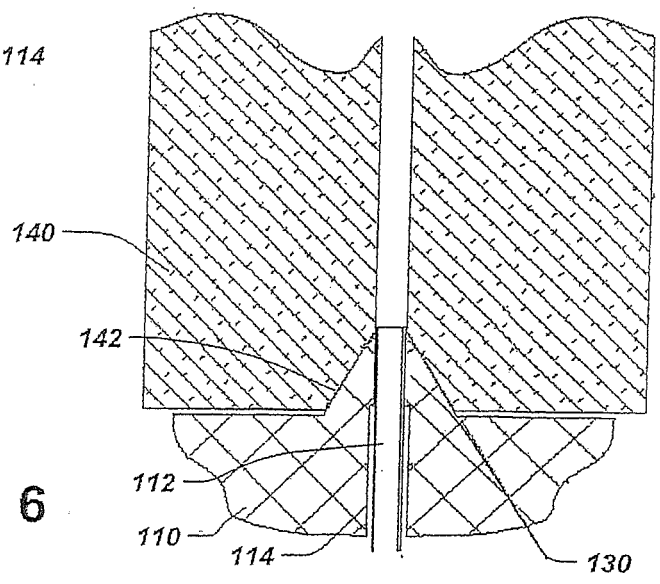
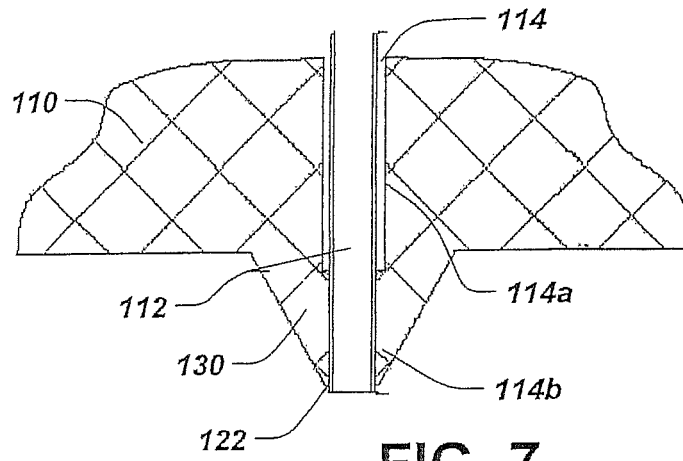
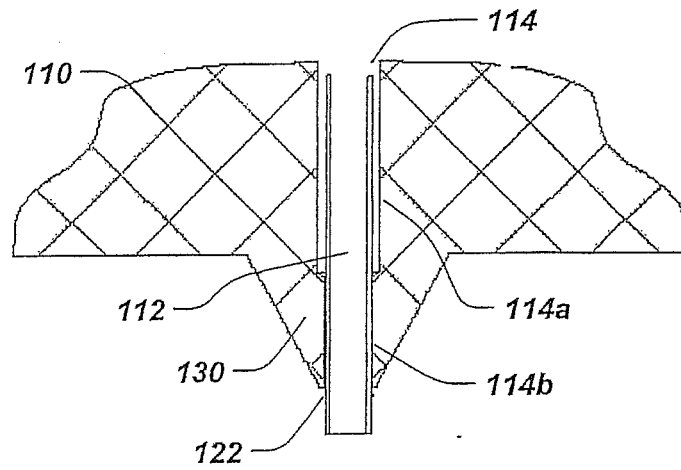


FIG. 6

**FIG. 7****FIG. 8**

RESUMO

"CONJUNTO DE TUBO SENSOR DE FLUXO E MÉTODO DE  
FIXAR UM TUBO A UM NIPLE"

Um conjunto de tubo sensor de fluxo inclui um elemento base tendo primeiro e segundo lados geralmente opostos. Uma abertura se estende através do elemento base, e uma extremidade de um tubo sensor de fluxo é recebida na abertura. O material de enchimento está situado na abertura circundando o tubo sensor de fluxo adjacente ao primeiro lado do elemento base para fixar o tubo ao elemento base. O tubo sensor de fluxo é soldado ao elemento base, adjacente ao segundo lado do elemento base.