



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

(11) PI 0603013-0 B1

(22) Data do Depósito: 27/07/2006

(45) Data de Concessão: 27/09/2016



(54) Título: VÁLVULA DE BANDEJA PARA UMA COLUNA DE BANDEJAS E MÉTODO PARA A INSERÇÃO DE CORPOS DE VÁLVULA EM UMA COLUNA DE BANDEJAS.

(51) Int.Cl.: B01D 3/32; B01D 3/16

(30) Prioridade Unionista: 29/07/2005 EP 05 405459.8

(73) Titular(es): SULZER CHEMTECH AG

(72) Inventor(es): MARKUS FISCHER, IRENEUSZ BOBROWSKI, VINCENZO CURTI, EMIL FEHR

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
**"VÁLVULA DE BANDEJA PARA UMA COLUNA DE BANDEJAS E
MÉTODO PARA A INSERÇÃO DE CORPOS DE VÁLVULA EM UMA
COLUNA DE BANDEJAS"**.

[001] A presente invenção refere-se a uma válvula de bandeja para uma coluna de bandejas de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1. Uma fase gasosa (vapor) é colocada em contato com uma fase líquida em bandejas em uma coluna de bandejas. A válvula de bandeja de uma coluna de bandejas deste tipo permite uma passagem de vapor variável através de uma abertura de bandeja usando um corpo de válvula móvel. A presente invenção refere-se a um método para a inserção do corpo de válvula dentro da abertura de bandeja.

[002] Uma válvula de bandeja para uma abertura de bandeja circular é conhecida a partir de GB-A-1.018.924. O corpo de válvula desta válvula de bandeja inclui uma pluralidade de ramos de guia que são fixados na borda de uma placa de topo circular e são perpendiculares à placa. As farpas para a fixação do corpo de válvula são dispostas nos ramos de guia. O corpo de válvula pode ser inserido dentro da abertura de bandeja manualmente, com os ramos de guia e/ou farpas sendo resilientemente deformados. Dependendo do material, pode ocorrer uma deformação plástica que tem que ser revertida com uma operação adicional depois da inserção do corpo de válvula. Uma desvantagem deste desenho de válvula consiste no fato de que os ramos de guia são fáceis de deformar. Os ramos de guia são tensionados mecanicamente na operação da coluna tal que as válvulas de bandeja podem perder seus corpos de válvula devido a uma deformação dos ramos de guia.

[003] Uma válvula de bandeja com dois ramos de guia é conhecida a partir de US-A 3.770.255. Os ramos de guia são fixados diametralmente opostos um ao outro nos dois lados paralelos de uma placa

de topo em formato de trapézio. O trapézio tem aproximadamente o formato de um retângulo alongado em cujos lados curtos, os ramos de guia são dispostos. Os ramos de guia se juntam, em suas extremidades inferiores, em superfícies direcionadas para fora, inclinadas que são paralelas à placa de topo e servem como farpas. A inserção do corpo de válvula torna a operação necessária em que os ramos de guia são curvados para dentro usando um instrumento de modo que as farpas podem ser introduzidas dentro da abertura de bandeja. Nesta operação, as deformações plásticas ocorrem em ramos de guia e/ou farpas que têm que ser pelo menos parcialmente revestidas novamente com uma operação adicional depois da inserção.

[004] A operação de inserção ocorre em uma maneira similar com uma válvula circular de grande amplitude com três ramos de guia. Exemplos de válvulas de bandeja adicionais são mostrados, por exemplo, em H.Z. Kister, "Distillation Design", McGraw-Hill, Inc. 1992, páginas 253 seguintes.

[005] É o objetivo da invenção fornecer uma válvula de bandeja, em que uma operação de inserção pode ser realizada mais simplesmente e com poucas complicações. Este objetivo é satisfeito pela válvula de bandeja definida na reivindicação 1.

[006] A válvula de bandeja para uma coluna de bandeja inclui uma abertura em uma bandeja para uma passagem de vapor e um corpo de válvula que é feito combinar com o aro da abertura de bandeja. O corpo de válvula consiste em uma placa de topo e ramos de guia direcionados de modo verticalmente para baixo dispostos na borda desta placa. Os ramos de guia têm farpas para fixar o corpo de válvula no aro da abertura. A borda de placa se encontra em um plano, o plano de placa, opcionalmente com a exceção de partes elevadas direcionadas descendentemente, tipo pequenas cavidades. As superfícies externas dos ramos de guia contêm uma região de curso que é per-

pendicular ao plano de placa. O material e formato para o corpo de válvula são selecionados com respeito a sua inserção dentro da abertura de bandeja tal que uma deformação resiliente, e opcionalmente deformação parcialmente plástica, do corpo de válvula resulta na inserção que é amplamente restrita à placa de topo na forma de um arqueamento ascendente. Qualquer deformação no corpo de válvula inserido pode ser revertida no corpo de válvula inserido, com a exceção de uma deformação residual ligeira, por uma aplicação de força dentro da placa de topo. Partes enfraquecidas, por exemplo na forma de ranhuras, fendas ou furos, podem ser fornecidas na placa de topo para facilitar uma formação de arqueamento ascendente.

[007] As reivindicações 2 a 6 dependentes referem-se às modalidades vantajosas da válvula de bandeja de acordo com a invenção. A reivindicação 7 refere-se a uma coluna de bandejas com válvulas de bandeja de acordo com a invenção. Métodos para a inserção de corpos de válvula destas válvulas de bandeja na coluna de bandejas formam o assunto das reivindicações 8 a 10.

[008] A invenção será explicada a seguir com referência aos desenhos. São mostradas:

[009] A figura 1 é uma válvula de corpo de uma válvula de bandeja de acordo com a invenção e uma abertura de bandeja para uma passagem de vapor através da bandeja;

[0010] A figura 2 é uma seção longitudinal através da válvula de bandeja da figura 1 com um corpo de válvula inserido;

[0011] A figura 3 é uma peça formatada de metal laminado a partir da qual o corpo de válvula da figura 1 pode ser fabricado por formação;

[0012] A figura 4 é uma ilustração para a explicação de relações geométricas entre o corpo de válvula e a abertura de bandeja;

[0013] A figura 5 é uma peça formatada de metal laminado para

formar uma segunda modalidade;

[0014] A figura 6 é uma seção longitudinal através da válvula de bandeja de acordo com a segunda modalidade;

[0015] A figura 7 é uma placa de topo circular com respeito a uma terceira modalidade;

[0016] A figura 8 é uma ilustração de como o corpo de válvula da terceira modalidade é inserido dentro da abertura de bandeja; e

[0017] A figura 9 é uma seção de um ramo de guia com uma farpa gerada por estampagem e conformação.

[0018] Uma primeira modalidade da válvula de bandeja 1 de acordo com a invenção com uma abertura de bandeja 2 na bandeja 10 e um corpo de válvula 3 é mostrada nas figuras 1 e 2. O corpo de válvula 3, que permite uma passagem de vapor variável através da abertura de bandeja 2, é mostrado separadamente do mesmo. A figura 2 mostra uma seção longitudinal através da válvula de bandeja 2 com o corpo de válvula inserido 3. O corpo de válvula 3 feito para combinar com um aro 20 da abertura inclui uma placa de topo 4 e dois ramos de guia 5 que são dispostos na borda desta placa 3 e são direcionados verticalmente para baixo. O aro 20 da abertura tem um formato retangular com dois lados curtos 21 e dois lados longos 22. A placa de topo 4 correspondentemente tem quatro lados de borda reta 41 e 42 que se estendem em um retângulo, com os lados 41 sendo bordas curvadas e os lados 42 vêm a assentar fora do aro 20 da abertura acima da bandeja 10. Os ramos de guia 5 têm farpas 6 com as quais o corpo de válvula 3 pode ser fixado no aro 20 da abertura de modo que o curso é limitado e o corpo de válvula 3 não pode ser levantada da abertura de bandeja 2 com uma passagem de vapor máxima. A placa de topo 4 tem partes de elevação direcionadas para baixo, tipo pequenas cavidades 40 ("cavinhas") nos lados de borda longos 42 com que é assegurado que a válvula de bandeja 1 sempre torna a passagem de vapor

mínima possível. Com a exceção das pequenas cavidades, a borda de placa se encontra em um plano que será denominado o plano de placa no seguinte. (Em vez de pequenas cavidades 40 na placa de topo 4, pequenas cavidades direcionadas ascendentemente correspondentes são também possíveis na bandeja 10 no aro 20 da abertura). As superfícies externas dos ramos de guia 5 contêm uma região de curso 50 que é perpendicular ao plano de placa. As farpas 6 são dispostas nos dois ramos de guia 5, mantendo-se diametralmente opostas uma a outra.

[0019] De acordo com a invenção, um material é usado e um formato é selecionado para o corpo de válvula 3 com respeito a uma inserção do mesmo tal que uma deformação resiliente, e opcionalmente deformação parcialmente plástica, do corpo de válvula 3 resulta que é amplamente restrito à placa de topo 4. A deformação visível quando ocorre arqueamento ascendente onde a tensão de curvatura máxima resulta devido à cooperação do momento fletor e o momento de resistência – como um resultado dos efeitos de força exigidos para inserção do corpo de válvula 3. Esta localização está na placa de topo 4 do corpo de válvula 3 na válvula de bandeja 1 de acordo com a invenção.

[0020] Se uma deformação plástica está presente depois da inserção, com a exceção de uma pequena deformação residual, pode ser revertida no corpo de válvula inserido 3 por esforço de um efeito de força na placa de topo 4. As pequenas cavidades posicionadas excêntrica 40 também permitem uma flexão temporária na direção oposta de modo que o formato originalmente fornecido é obtido praticamente sem traços de uma deformação residual. As partes enfraquecidas, por exemplo na forma de ranhuras, fendas ou furos, podem ser fornecidas na placa de topo 4 que reduzem o momento de resistência localmente e facilitam uma formação do arqueamento ascendente (conforme figura 7).

[0021] Como uma regra, o espaçamento dos ramos de guia 5 é relativamente grande em comparação com seus comprimentos verticais de modo que a dita deformação do corpo de válvula 3 é amplamente restrito à placa de topo 4. Os ramos de guia 5 e as farpas 6 permanecem praticamente não deformados na inserção.

[0022] Cada farpa 6 é feita em uma maneira de uma aba. Tem uma superfície lateral superior planar 61 (ou somente uma borda superior reta 610, ver figura 6) que se encontra paralela ao plano de placa. A farpa 6 também tem uma superfície lateral externa 62 com uma inclinação projetada. O espaçamento para um eixo central direcionado perpendicular ao plano de placa (não mostrado) diminui para esta superfície lateral 62 – partindo na borda superior 610 e continuando descendentemente. Graças à superfície lateral superior 61 (ou à borda superior 610), nenhuma posição de inclinação variável do corpo de válvula 3 resulta na passagem de vapor máxima através da válvula de bandeja 1; a região de curso 50 é assim claramente limitada descendentemente. Conseqüentemente, o valor máximo da passagem de vapor é adotado de modo reproduzível devido ao desenho especial em que uma superfície curvada para o limite de curso não permite tal reprodutibilidade.

[0023] O corpo de válvula 3 pode ser feito de uma folha de metal por conformação. A figura 3 mostra uma peça formatada de metal laminado 31 a partir do qual o corpo de válvula 3 da figura 1 pode ser fabricado por conformação adicional. A placa de topo 4, os ramos de guia 5 e as farpas 6 formam partes da peça contígua de metal laminado 31. (Os ramos de guia 5 e/ou as farpas 6 poderiam também ser fabricados como partes separadas que foram unidas juntas ao corpo de válvula 3). A conformação do metal laminado ocorre por uma estampagem ou um corte e também inclui uma conformação plástica, em particular uma curvatura ou perfuração da peça de metal laminado.

[0024] O aro 20 da abertura é quadrangular ou, por exemplo, também circular. A placa de topo 4 tem aros correspondentes que se encontram em um quadrilátero ou círculo e se projetam sobre o aro 20 da abertura. Os quadriláteros são de preferência retângulos, ver figura 1, ou trapézios, ver figura 4, com aproximadamente o formato de retângulos. A figura 4 mostra uma representação para a explicação de relações geométricas entre o corpo de válvula 3 e a abertura de bandeja 2. O formato de trapézio é desenhado em uma maneira um pouco exagerada com um desvio relativamente pronunciado do formato retangular. Uma vista plana da abertura de bandeja 2 com os ramos de guia em seção transversal 5 é mostrada no topo de figura 4. o fundo da figura 4 mostra uma imagem oblíqua com a situação geométrica do corpo de válvula 3 na região que é formada pelas regiões de curso 50 com as bordas 51.

[0025] Os ramos de guia 5 são alinhados paralelos uma ou outro e aos lados curtos do quadrilátero 21. Os espaços 71', 71" são fornecidos entre os ramos de guia 5 e os aros curtos 21 da abertura. O corpo de válvula não pode agarrar no aro 20 da abertura por uma inclinação em cunha devido a estes espaços 71', 71". Se o ramo de guia 5 contacta o aro 21 da abertura no espaço 71", o outro espaço 71' tem sua abertura máxima: espaço 71. O que é ilustrado com referência à Figura 4 se aplica com respeito a este espaço máximo 71. As bordas verticais 51 dos ramos de guia 5 se estendem sobre dois retângulos sobre uma altura h das regiões de curso 50 e perpendicular aos mesmos cuja diagonal maior D é mais curta que o comprimento S do lado de borda correspondente 22. (NA figura 4, todas as diagonais são igualmente longas; igual a D). A diferença entre o comprimento S e a diagonal D tem um valor que é maior que 0,3 mm. Esta diferença de preferência atinge a cerca de 1 mm. Os espaços 72', 72" são igualmente fornecidos nos aros longos 22 da abertura e têm cada um aproximadamente

0,25 a 1,5 mm de largura, de preferência 0,5 mm.

[0026] A espessura da placa de topo 4 ou da peça de metal laminado 31 tem um valor na faixa de 0,5 a 3 mm. A área da abertura 2 para a passagem de vapor tem um valor na faixa de 500 a 2000 mm². O comprimento da farpa 6 tem um valor na faixa de 2 a 10 mm. A altura h das faixas de curso é maior que 5 e menor que 20 mm e de preferência tem um valor na faixa de 7 a 15 mm.

[0027] A figura 5 mostra uma peça formatada de metal laminado 32 com respeito a uma segunda modalidade e A figura 6 mostra uma seção longitudinal através da válvula de bandeja correspondente 1. Os ramos de guia 5 assentam uma farpa 6 nas bordas verticais 51, a farpa tendo uma borda superior 610 paralela ao plano de placa e uma superfície lateral externa 62 com uma inclinação projetada.

[0028] Os ramos de guia 5 podem também ter somente uma farpa 6 cada. Uma farpa deste tipo é vantajosamente disposta no meio entre as bordas 51 e é feita relativamente larga (não mostrada).

[0029] Um material de uma variedade de tipos de material pode ser usado para produzir o corpo de válvula 3, a saber os tipos de material seguintes: aço sem liga (aço carbono), aços com liga baixa e com liga, em aços inoxidáveis particulares (ferrítico e austenítico) ou aços especiais (por exemplo, duplex super), metais leves (por exemplo, titânio, alumínio), metais de alta resistência e ligas (por exemplo com zircônio, tântalo, cobre, zinco; em particular liga Monel a base de níquel), plásticos (por exemplo, polipropileno, PP, PVDF), material cerâmico bem como materiais compostos reforçados com fibra e carbono, em particular materiais compostos reforçados com fibra de carbono. Se a placa de topo 4 deforma resilientemente ou em vez disto depende plasticamente na escolha do material.

[0030] As colunas de bandejas incluem uma pluralidade respectiva de válvulas de bandeja 1 de acordo com a invenção em suas bandejas

10. As válvulas de bandeja 1 podem ser inseridas de modo relativamente fácil dentro destas colunas: um primeiro ramo de guia respectivo 5 é vantajosamente introduzido dentro da abertura 2 fornecida para a passagem de vapor. O segundo ramo de guia 5 é colocado dentro do aro 20 da abertura 2 com as superfícies laterais externas inclinadas 62 da farpa 6. As farpas 6 são forçadas a fazer um movimento pivô dentro da região interna da abertura 2 e a placa de topo 4 é forçada para formar um arqueamento ascendente pela aplicação de uma força na placa de topo 4, por exemplo por meio de um impacto de força por meio de um sopro acima do segundo ramo de guia 5, tal que o segundo ramo de guia 5 e suas duas farpas 6 penetram na abertura 2 enquanto realizam um movimento de encaixe. O mesmo também se aplica de modo correspondente quando o ramo de guia 5 somente mantém uma farpa 6. O corpo de válvula 3 pode também ser inserido colocando nas farpas 6 de ambos os ramos de guia 5 em ambos os lados (conforme A figura 8) e por esforço de um sopro de força subsequente. Uma força maior é exigida neste processo que com uma colocação em um lado.

[0031] Com um dispositivo de pressão feito de modo adequado, os corpos de válvula 3 podem ser inseridos simultaneamente em cada caso com um grupo de válvulas de bandeja adjacentes 1, com isto também sendo capaz de ocorrer sem esforço de um impacto de força, que é por exemplo por meio de um movimento de curso uniforme.

[0032] Uma deformação plástica que ocorre no arqueamento ascendente da placa de topo 4 na forma de um arco convexo ascendente, pode ser revertida pelo menos parcialmente sem uma ferramenta especial tendo que ser usado com a qual o corpo de válvula 3 pode ser atuado a partir do lado inferior da bandeja. Uma ferramenta simples é suficiente com que a força atuando na região média da placa de topo pode ser exercida sobre a bandeja. Desde que o arqueamento

ascendente significa um alargamento da abertura de passagem para o fluxo de vapor, um arqueamento ascendente pequeno tem um efeito favorável e pode portanto também ser deixado.

[0033] A figura 7 mostra uma placa de topo 4, com respeito a uma terceira modalidade, que é circular e na qual são fornecidas ranhuras de superfície 45. Estas ranhuras 45 facilitam a deformação da placa de topo 4 que é necessária na inserção dentro da abertura de bandeja 2. Isto é ilustrado na figura 8 em que o arqueamento ascendente é mostrado por meio de pontos de dobra nas ranhuras 45. Em vez das ranhuras 45, fendas ou fileiras de furos de pequeno calibre podem ser fornecidos. A ranhura 45 pode ser substituída por uma fenda ou por uma pluralidade de fendas.

[0034] As farpas 6 podem também ser geradas por uma estampagem e conformação (em uma etapa de trabalho). A farpa 6 mostrada na figura 9 tem uma borda superior 610 gerada por estampagem e um lado externo formatado perfurando com uma parte média 62 com uma inclinação projetada. As farpas 6 das Figuras 5 e 6 podem ser substituídas por farpas 6 de acordo com a figura 9. Somente tal farpa 6 pode também ser fornecida no meio do ramo de guia 5, com ele se estendendo vantajosamente sobre uma grande região da largura de ramo de guia.

REIVINDICAÇÕES

1. Válvula de bandeja (1) para uma coluna de bandejas, com uma abertura (2) em uma bandeja (10) para uma passagem de vapor, a abertura tendo um aro (20), e um corpo de válvula (3) que é feito para combinar com o aro da abertura e inclui uma placa de topo (4) e ramos de guia direcionados para baixo (5) na borda desta placa, com os ramos de guia tendo farpas (6) para fixar o corpo de válvula no aro da abertura, com a borda de placa – opcionalmente, com a exceção de partes elevadas direcionadas para baixo, do tipo pequena cavidade (40) – se estendendo em um plano, o plano da placa, e com as superfícies externas dos ramos de guia contendo uma região de curso (50) cada um que é perpendicular ao plano de placa,

caracterizado pelo fato de que um material e um formato são selecionados para o corpo de válvula com respeito a sua inserção dentro da abertura de bandeja (2) tal que uma deformação resiliente, e opcionalmente deformação parcialmente plástica, resulta na inserção que é amplamente limitada à placa de topo na forma de um arqueamento ascendente; e em que qualquer deformação no corpo de válvula inserido pode ser revertida, com a exceção de uma deformação residual ligeira, por uma aplicação de força na placa de topo, com partes enfraquecidas, por exemplo na forma de ranhuras, fendas ou furos, sendo capazes de serem fornecidas na placa de topo, que facilitam uma formação do arqueamento ascendente na inserção do corpo de válvula.

2. Válvula de bandeja, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as farpas (6) são dispostas em dois ramos de guia (5) diametralmente opostos um ao outro; que cada farpa é feita na maneira de uma aba ou lingüeta com a) uma borda superior reta (610) ou uma superfície lateral superior planar (61) que se estendem paralelas ao plano de placa tal que a região de curso (50) é cla-

ramente limitada ascendentemente e b) uma superfície lateral externa (62) com uma inclinação projetada, em que os ramos de guia (5) assestam pelo menos uma farpa (6) em ou entre as bordas verticais (51).

3. Válvula de bandeja, de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o aro (20) da abertura é quadrangular; em que a placa de topo (4) de modo correspondente tem quatro lados de borda reta (41, 42) se estendendo em um quadrilátero; em que os quadriláteros são de preferência retângulos ou são trapézios com aproximadamente o formato de retângulos; em, que os ramos de guia (5) são alinhados paralelos um ao outro e aos lados curtos do quadrilátero (21); e em que os espaços (71', 71", 72', 72") são fornecidos entre os ramos de guia e os aros (21, 22) da abertura, e as bordas verticais (51) dos ramos de guia se estendendo, com respeito a estes espaços, dois retângulos sobre a altura (h) das regiões de curso (50) e perpendicular às mesmas, o diagonal maior (D) dos ditos dois retângulos sendo mais curta que o comprimento (S) do lado de aro correspondente (22); e em que a diferença entre o comprimento do lado de aro e a dita diagonal tem um valor maior que 0,3 mm, de preferência um valor em torno de 1 mm.

4. Válvula de bandeja, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que o corpo de válvula (3) é feita de uma folha de metal por conformação; a placa de topo (4), os ramos de guia (5) e de preferência todas as farpas (6) são partes de uma peça contígua de metal laminado (31; 32) e a conformação inclui uma estampagem do metal laminado ou um corte do metal laminado e uma conformação plástica, em particular curvatura ou perfuração da peça de metal laminado.

5. Válvula de bandeja, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que um material pode ser usado a partir de uma pluralidade de tipos de material para a pro-

dução do corpo de válvula (3), a saber os tipos de material seguintes: aço sem liga, aços com liga e com liga baixa, em particular aços inoxidáveis ou aços especiais, metais leves, metais e ligas de alta resistência, plásticos e materiais cerâmicos, bem como materiais compósitos de fibra reforçada e carbono, em particular materiais compostos reforçados de fibra de carbono.

6. Válvula de bandeja, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que a espessura da placa de topo (4) tem um valor na faixa de 0,5 a 3 mm; em que a área da abertura (2) para a passagem de vapor tem um valor na faixa de 500 a 2000 mm²; em que o comprimento das farpas (6) tem um valor na faixa de 2 a 10 mm; e em que a altura (h) da região de curso (5) é maior que 5 e menor que 20 mm, de preferência tendo um valor na faixa de 7 a 15 mm.

7. Método para a inserção de corpos de válvula (3) em uma coluna de bandejas, tendo bandejas (10) que incluem uma pluralidade de válvulas de bandeja (1) como definidas em qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a placa de topo é forçada a formar um arqueamento ascendente por aplicação de uma força na placa de topo (4), por exemplo de um impacto de força por meio de um sopro, tal que as farpas são pivotadas dentro da região interna da abertura e os ramos de guia e suas farpas penetram dentro da abertura enquanto realizam um movimento de encaixe, em que um primeiro ramo de guia (5) é vantajosamente introduzido dentro da abertura (2) fornecida para a passagem de vapor antes do efeito da força, o segundo ramo de guia é colocado em sua farpa (6) no aro (20) da abertura e é atuado pela força acima do segundo ramo de guia.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os corpos de válvula (3) são inseridos simultaneamente e sem exercer um impacto de força usando um dispositivo de

pressão com um grupo respectivo de válvulas de bandeja adjacentes (1).

9. Método, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que a deformação plástica criada no arqueamento ascendente da placa de topo (4) na forma de um arco convexo ascendente é revertida pelo menos em parte em que uma força atuando em uma região média da placa de topo é exercida usando uma ferramenta.

Fig.1

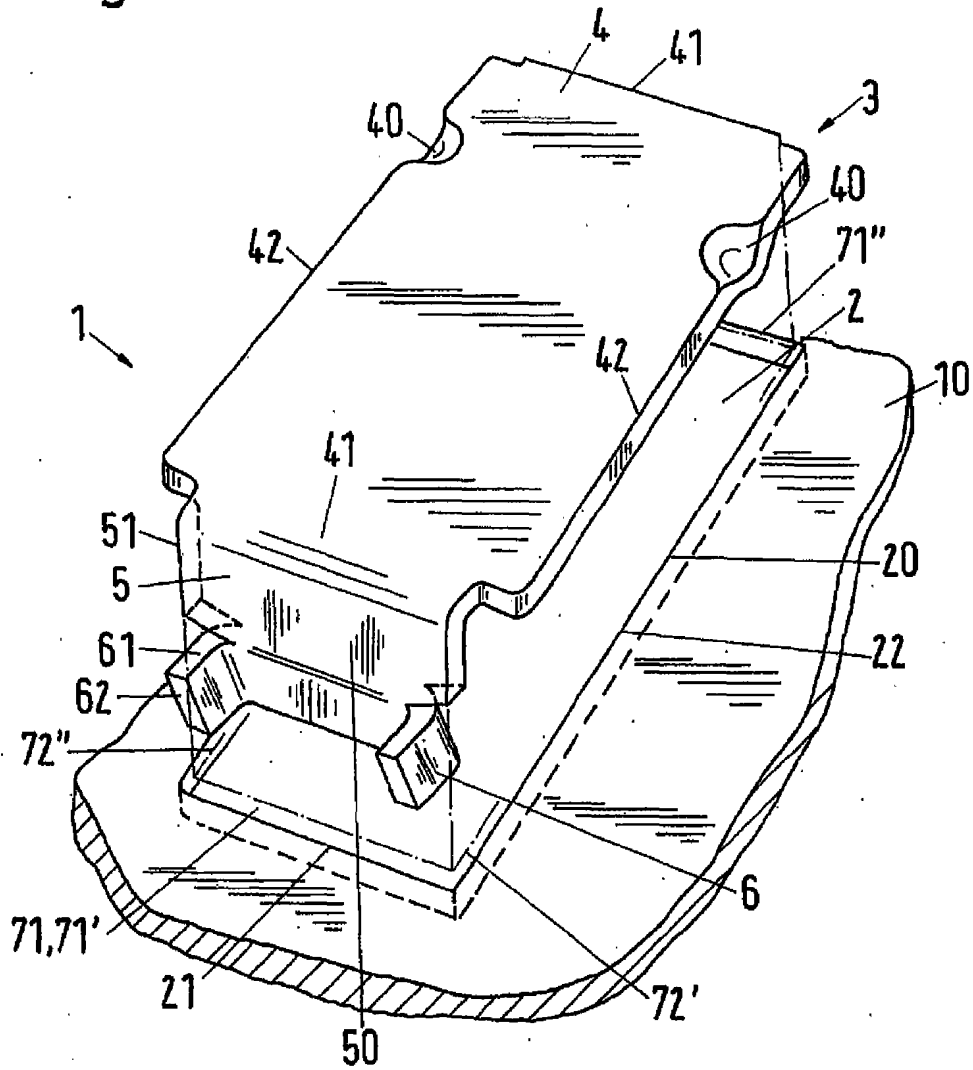


Fig.2

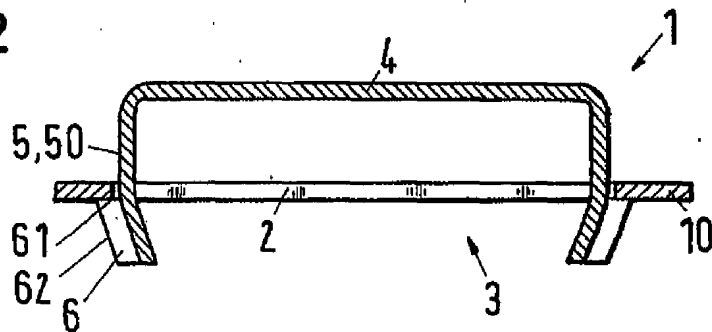


Fig. 3

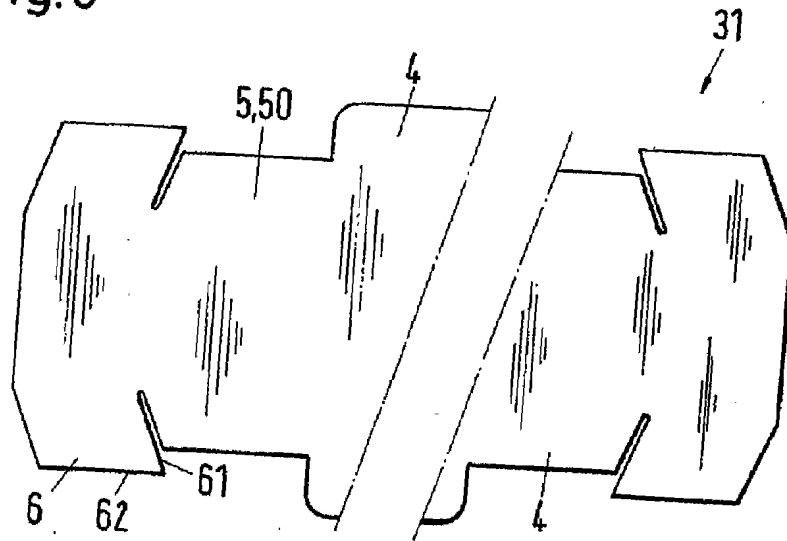


Fig. 4

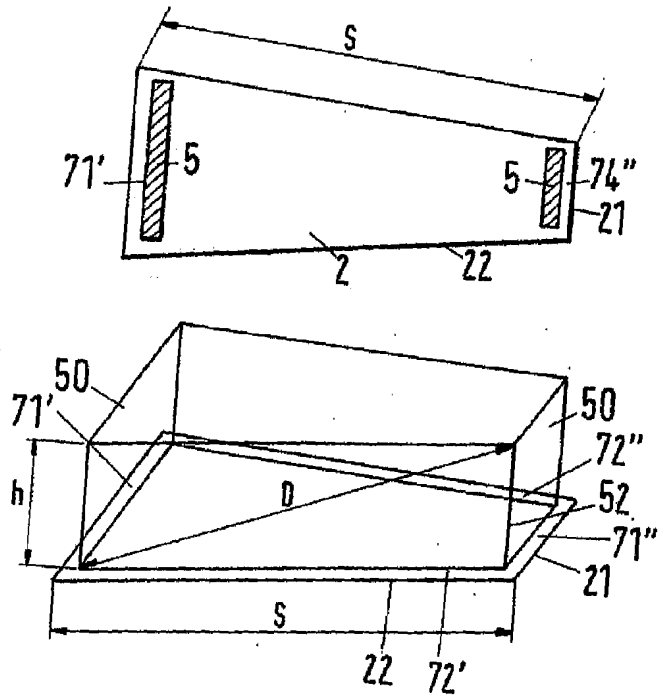


Fig.5

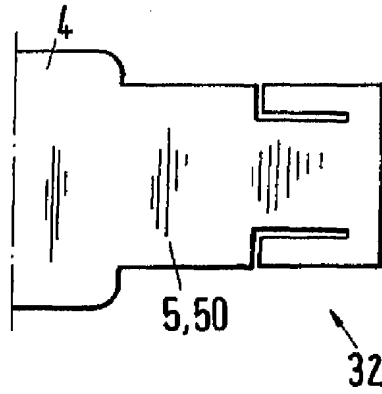
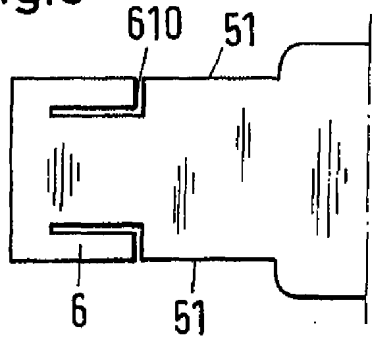


Fig.6

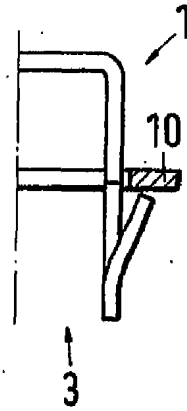
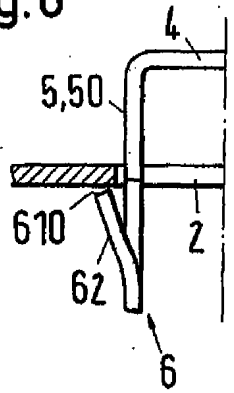


Fig.7

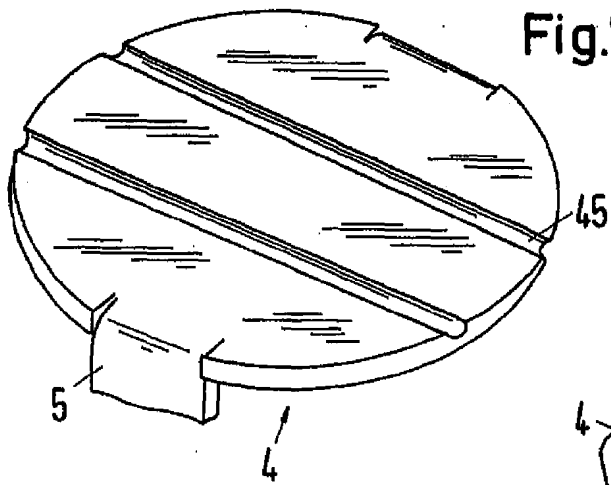


Fig.8

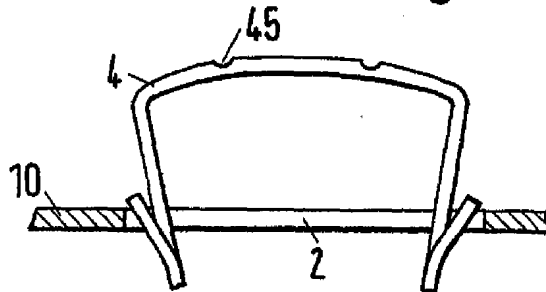


Fig. 9

