



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

(11) PI 0901326-1 B1



(22) Data do Depósito: 23/04/2009

(45) Data de Concessão: 19/02/2019

(54) Título: INJETOR DE COMBUSTÍVEL ELETROMAGNÉTICO PARA COMBUSTÍVEIS GASOSOS DOTADOS DE DISPOSITIVO DE PARADA ANTIDESGASTE

(51) Int.Cl.: F02M 51/06.

(30) Prioridade Unionista: 23/04/2008 EP 08425280.8.

(73) Titular(es): MAGNETI MARELLI S.P.A..

(72) Inventor(es): PASQUALE DRAGONE; MIRCO VIGNOLI; ANDREA COBIANCHI.

(57) Resumo: Injetor de combustível eletromagnético para combustíveis gasosos dotados de dispositivo de parada antidesgaste. Injetor de combustível (1) eletromagnético para combustíveis gasosos, compreendendo: um bico injetor (3) controlado por uma válvula de injeção (8); um obturador (10) móvel para regular o fluxo de combustível através da válvula de injeção (8); um atuador eletromagnético (7), o qual é apropriado para mover o obturador (10) entre uma posição de fechamento e uma posição de abertura da válvula de injeção (8) e compreende um pólo magnético (16) fixo, uma bobina (14) apropriada para induzir um fluxo magnético no pólo magnético (16), e uma âncora (17) apropriada para ser magneticamente atraída pelo pólo magnético (16); um elemento de absorção (28), o qual é feito de uma material elástico não magnético e fica disposto entre o pólo magnético (16) e a âncora (17); e um elemento de proteção (29), o qual é feito de uma material metálico magnético com grande dureza superficial, é que é interposto entre o elemento de absorção (28) e a âncora (17).

Injetor de combustível eletromagnético para combustíveis gasosos dotados de dispositivo de parada antidesgaste.

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção se refere a um injetor de combustível, de tipo eletromagnético, para combustíveis gasosos.

FUNDAMENTOS DA ARTE

Um injetor de combustível eletromagnético compreende um membro tubular de alojamento dentro do qual é definida uma câmara de injeção delimitada, em uma extremidade, por um bico injetor o qual é controlado através de uma válvula de injeção comandada por um atuador eletromagnético. A válvula de injeção é dotada de um obturador, o qual é rigidamente conectado em uma âncora móvel, de modo a ser movimentado, sob a ação de dito atuador eletromagnético, entre uma posição de fechamento e uma posição de abertura do bico injetor contra a ação de uma mola de fechamento, a qual tende a manter o obturador na posição de fechamento.

A válvula de injeção fica normalmente fechada devido ao efeito da mola de fechamento, a qual empurra o obturador para a posição de fechamento, na qual o obturador é comprimido contra uma sede de válvula da válvula de injeção e a âncora fica afastada de uma armadura fixa do atuador eletromagnético. Para abrir a válvula de injeção, isto é para mover o obturador da posição de fechamento para a posição de abertura, uma bobina ou enrolamento do atuador eletromagnético é energizada de modo a gerar um campo eletromagnético o qual atrai a âncora na direção da armadura eletromagnética fixa e contra a força elástica exercida pela mola de fechamento; na fase de abertura, o curso ou deslocamento da âncora termina quando a dita âncora impacta contra a armadura magnética fixa. Em outras palavras, na fase de abertura da válvula de injeção, a âncora acumula energia cinética, a qual é a seguir dissipada quando do impacto da âncora contra a armadura magnética fixa.

Quando o combustível é um líquido (p. ex., gasolina ou diesel), a energia cinética da âncora é parcialmente dissipada pela ação do combustível presente entre a âncora e a armadura magnética fixa; em outras palavras, o movimento da âncora é amortecido pelo combustível presente entre a âncora e a armadura magnética fixa, o qual deve ser removido pelo movimento da âncora de modo a permitir que a dita âncora entre em contato com a armadura magnética. Por consequência, quando o combustível é um líquido, o impacto da âncora contra a armadura magnética fixa não é excessivamente violento e portanto não causa nenhum desgaste apreciável em ditos componentes.

Por outro lado, e quando o combustível é um gás (por exemplo metano ou misturas entre propano e butano), a ação de frenagem do combustível na âncora supra descrita é quase inexistente e o impacto da âncora contra a

armadura magnética fixa é assim particularmente violento. Em consequência, nos injetores de combustível para combustíveis gasosos, as superfícies de contato recíproco da âncora e da armadura magnética fixa são freqüentemente submetidas a um desgaste de intensidade considerável com a conseqüente perda de material, do que resulta o aumento de tamanho do curso da âncora e na alteração das características funcionais do injetor. Dito desgaste é assim eventualmente a causa de variações significativas nas características funcionais do injetor, tornando difícil o controle apropriado da injeção, quando não impossível, tanto em termos do instante no qual a injeção começa bem como em termos da quantidade de combustível que é injetada.

Uma solução que foi proposta para superar os problemas supra descritos consiste na interposição de um elemento feito de um material resiliente (p. ex., elástico) entre a âncora e a armadura magnética fixa. O dito elemento pode ser fixado indistintamente na âncora ou na armadura magnética fixa, de modo a limitar a tensão mecânica nestes componentes quando a âncora impacta a armadura magnética fixa. Entretanto, tem sido observado que o elemento feito de material resiliente tende a se desgastar muito rapidamente devido ao efeito do impacto contínuo da âncora contra a armadura magnética fixa, limitando a eficiência desta solução estrutural.

Uma solução possível para este problema é a de aumentar a espessura do elemento feito de material resiliente, de modo a aumentar a resistência mecânica deste elemento feito de material resiliente e para melhorar a resistência ao desgaste. Porém, o aumento da espessura do componente feito de material resiliente inevitavelmente também aumenta o tamanho do vão magnético entre a âncora e a armadura magnética fixa (o material resiliente é inevitavelmente um material não ferromagnético) e assim torna necessário aumentar a intensidade da corrente que circula pelo atuador eletromagnético, com o conseqüente aumento de custo, peso, dimensão geral e consumo de energia elétrica do atuador eletromagnético.

Os pedidos de patente DE 10200403725 A1 e US 2005/017097 A1 descrevem um injetor de combustível de tipo eletromagnético compreendendo um bico injetor controlado por uma válvula de injeção; um obturador móvel para controlar o fluxo de combustível através da válvula de injeção; um atuador eletromagnético, o qual é apropriado para mover o obturador entre uma posição de fechamento e uma posição de abertura da válvula de injeção e que compreende um pólo magnético fixo, uma bobina apropriada para induzir um fluxo magnético no pólo magnético e uma âncora móvel apropriada para ser magneticamente atraída pelo pólo magnético; um elemento de absorção, o qual é feito de um material elástico não magnético; e um elemento de proteção, o qual é acoplado no elemento de absorção, e que tem a função de proteger o elemento de absorção contra a ação do combustível que flui sob pressão contra o elemento de absorção através de furos de alimentação da

âncora.

As características funcionais efetivas de um injetor de combustível eletromagnético não devem ser diferentes de suas características funcionais nominais (isto é, características esperadas e desejadas) por mais de um percentual (em geral de não mais de um pequeno percentual) definido no estágio de especificação do projeto. Para satisfazer estes requisitos e compensar as inevitáveis tolerâncias de construção de todos os componentes, ao final da linha de produção, os injetores de combustível eletromagnéticos são ajustados ou calibrados durante uma operação a qual normalmente consiste de ajustar a pré-carga da mola de fechamento (isto é, a força elástica gerada pela mola de fechamento). Em particular, nos injetores de combustível eletromagnéticos a pré-carga da mola de fechamento é ajustada de tal forma que a taxa efetiva de injeção seja igual a taxa de injeção nominal.

Porém, tem sido observado que, através do ajuste da pré-carga da mola de fechamento, é possível obter-se uma taxa de injeção efetiva que seja igual a taxa de injeção nominal, apesar de que esta produz uma flutuação significativa nas características dinâmicas dos injetores de combustível. Em outras palavras, a despeito da grande flutuação da pré-carga da mola de fechamento, obtida através da realização da calibragem supra descrita, torna possível padronizar a taxa efetiva de injeção (isto é, o comportamento do injetor de combustível em condição estacionária), isto também causa uma notável diferença nas características dinâmicas dos injetores de combustível (isto é, o comportamento dos injetores de combustível no estado de transição). As ditas diferenças nas características dinâmicas tornam muito complicado o controle do injetor de combustível em relação à realização de injeções muito curtas (por exemplo, tal como na seqüência de injeções piloto que antecedem a injeção principal), nas quais o dito injetor de combustível se encontra sempre no estado de transição.

DESCRIPÇÃO DA INVENÇÃO

O propósito da presente invenção é o de produzir um injetor de combustível de tipo eletromagnético para combustíveis gasosos, no qual o dito injetor de combustível está apto a superar os problemas supra descritos, seja simples e apresente um custo efetivo da produção e no qual as características funcionais originais sejam submetidas a alterações limitadas durante o tempo.

De acordo com a presente invenção, um injetor de combustível eletromagnético para combustíveis gasosos é produzido de acordo com o quanto apresentado nas reivindicações em anexo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A invenção será ora descrita com referência aos desenhos em anexo, os quais ilustram algumas formas de realização não limitativas desta, e nas quais:

- A figura 1 é uma vista esquemática e em secção transversal, na qual algumas partes forma removidas por uma questão de clareza, de um injetor de combustível eletromagnético de acordo com a presente invenção;
- A figura 2 é uma vista, em escala ampliada, de uma válvula de injeção do injetor de combustível eletromagnético da figura 1;
- A figura 3 é uma vista, em escala ampliada, de um atuador eletromagnético do injetor de combustível eletromagnético da figura 1;
- A figura 4 é uma vista em perspectiva esquemática, na qual algumas partes foram removidas por uma questão de clareza, de injetor de combustível da figura 1;
- A figura 5 é uma vista esquemática e em secção transversal, na qual algumas partes forma removidas por uma questão de clareza, de uma forma alternativa de realização do atuador eletromagnético do injetor de combustível da figura 1;
- A figura 6 é uma vista esquemática lateral em secção transversal, na qual algumas partes foram removidas por uma questão de clareza, de uma outra forma alternativa de realização do atuador eletromagnético do injetor de combustível da figura 1;
- A figura 7 é uma vista em escala ampliada e com algumas partes removidas por uma questão de clareza, de um elemento de absorção acoplado a um elemento de proteção, de acordo com a presente invenção;
- A figura 8 é uma vista em escala ampliada de um detalhe do elemento de proteção da figura 7; e
- A figura 9 é uma vista em planta do elemento de proteção da figura 7.

FORMA DE REALIZAÇÃO PREFERIDA PARA A INVENÇÃO

Na figura 1, o número 1 indica um injetor de combustível em seu todo, o qual é essencialmente cilíndricamente simétrico em relação ao eixo longitudinal 2 e é controlado de modo a injetar combustível através do bico injetor 3. Tal como será descrito com maiores detalhes abaixo, o injetor de combustível 1 recebe o combustível através da direção radial (isto é, perpendicular ao eixo longitudinal 2) e injeta o combustível axialmente (isto é, ao longo do eixo longitudinal 2).

O injetor de combustível 1 compreende um corpo tubular 4, o qual é superiormente fechado, é feito através de um processo de estiramento (*draw out*) de um aço ferromagnético, e é dotado de uma sede cilíndrica 5 sendo que a porção inferior desta atuando como um duto de combustível. Em particular, a porção inferior do corpo tubular 4 é dotada de seis furos passantes 6 radiais, os quais são dispostos perpendicularmente em relação ao eixo longitudinal 2, são distribuídos igualmente ao redor do eixo longitudinal 2 e tem a função de permitir que o combustível entre na sede cilíndrica 5 de forma radial.

O corpo tubular 4 aloja um atuador eletromagnético 7, em uma porção superior deste, e aloja uma válvula de injeção 8 em uma porção inferior

deste, a qual inferiormente delimita a sede cilíndrica 5; em uso, a válvula de injeção 8 é ativada pelo atuador eletromagnético 7 de modo a regular o fluxo de combustível através do bico injetor 3, o qual é obtido em correspondência a dita válvula de injeção 8.

Um disco de fechamento 9 é disposto dentro da sede cilíndrica 5 e abaixo dos furos passantes 6. O dito disco de fechamento 9 é parte da válvula de injeção 8, é soldado lateralmente no corpo tubular 4 e é dotado de um furo passante central o qual define o bico injetor 3. Um obturador 10 em forma de disco é conectado no disco de fechamento 9. O dito obturador 10 é parte da válvula de injeção 8 e é móvel entre uma posição de abertura, na qual o obturador 10 fica levantado em relação ao disco de fechamento 9 e ao bico injetor 3 bem como se comunica com os furos passantes 6, e uma posição de fechamento, na qual o obturador 10, prensado contra o disco de fechamento 9 e o bico injetor 3, é isolado dos furos passantes 6.

De acordo com o quanto ilustrado na figura 2, e partindo da superfície de fundo do obturador 10 e voltado para o disco de fechamento 9, um anel interno 11, cujo diâmetro é levemente maior que o do furo passante central do disco de fechamento 9, e um anel externo 12 disposto em correspondência do bordo externo do obturador 10, se projetam em cantiléver. O anel interno 11 define um elemento de vedação, o qual é apropriado para isolar o bico injetor 3 dos furos passantes 6 quando o obturador 10 fica disposto na posição de fechamento parado contra o disco de fechamento 9.

De acordo com o quanto ilustrado na figura 1, o obturador 10 é mantido na posição de fechamento parado contra o disco de fechamento 9 através de uma mola de fechamento 13, a qual é comprimida entre a superfície superior do obturador 10 e uma parede superior do corpo tubular 4. O atuador eletromagnético 7 é operado de modo a mover o obturador 10 da posição de fechamento para a posição de abertura contra a ação da mola de fechamento 13.

O atuador eletromagnético 7 compreende uma bobina 14, ou enrolamento, a qual é disposta externamente ao redor do corpo tubular 4 e que é encerrada em uma caixa plástica toroidal, e um pólo magnético fixo 16, o qual é feito de um material ferromagnético e é disposto dentro do corpo tubular 4 em correspondência da bobina 14. Ainda mais, o atuador eletromagnético 7 compreende uma âncora móvel 17, a qual tem um formato cilíndrico, é feita de um material ferromagnético, é mecanicamente conectada ao obturador 10 e é apropriada de modo a ser magneticamente atraída pelo pólo magnético 16 quando a bobina 14 é energizada (isto é, quando uma corrente passa através desta). Por fim, o atuador eletromagnético 7 compreende uma armadura magnética 18 tubular, a qual é feita de um material ferromagnético, é disposta no lado de fora do corpo tubular 4 e compreende uma sede anular 19 para alojar a bobina 14, e uma bucha magnética 20 anular, a qual é feita de

um material ferromagnético e é disposta acima da bobina 14 de modo a guiar a concentração ou fechamento do fluxo magnético ao redor de dita bobina 14. Um anel de travamento 21 metálico é disposto acima da bucha magnética 20 e ao redor do corpo tubular 4, de modo a manter a bucha magnética 20 e a bobina 14 no lugar e evitar que a bucha magnética 20 e a bobina 14 escapem do corpo tubular 4. O anel de travamento 21 preferencialmente apresenta duas expansões laterais, cada uma das quais sendo atravessada por um furo passante 23 e sendo usada para a ancoragem mecânica do injetor de combustível 1.

Uma tampa 24 plástica é co-prensada sobre o topo do anel de travamento 21 e um conector elétrico 25 é feito sobre a dita tampa 24 (ilustrado na figura 4) com a função de fornecer uma conexão elétrica entre a bobina 14 e o atuador eletromagnético 7 com uma unidade eletrônica de controle externa (não ilustrada).

A âncora 17 tem um formato tubular e é soldada inferiormente no obturador 10 em correspondência do bordo externo de dito obturador 10. A mola de fechamento 13 é preferencialmente disposta através de um furo passante 26 central na âncora 17, fica inferiormente na superfície superior do obturador 10, e em correspondência de uma extremidade superior deste é ajustado em uma protuberância cilíndrica 27 centralmente disposta do pólo magnético fixo 16.

Em uso, quando o atuador eletromagnético 7 está desenergizado, a âncora 17 não é atraída pelo pólo magnético 16 e a força elástica da mola de fechamento 13 empurra a âncora 17 com o obturador 10 para baixo e contra o disco de fechamento 9; nesta situação, o obturador 10 é comprimido contra o disco de fechamento 9 evitando que o combustível flua para fora do bico injetor 3. Quando o atuador eletromagnético 7 é energizado, a âncora 17 é magneticamente atraída pelo pólo magnético 16 contra a força elástica da mola de fechamento 13 e a âncora 17 com o obturador 10 se movem para cima até que a âncora 17 bata ou impacte contra o pólo magnético 16; nesta condição o obturador 10 é levantado do disco de fechamento 9 e o combustível pressurizado pode fluir através do bico injetor 3.

De acordo com o quanto é melhor ilustrado na figura 3, o injetor de combustível 1 compreende um elemento de absorção 28, o qual apresenta uma forma em disco com um furo no centro, é feito de um material elástico (não resiliente) não magnético com boas propriedades elásticas (tipicamente borracha ou um material similar), e é fixado no pólo magnético 16 de modo a ficar disposto entre o dito pólo magnético 16 e a âncora 17 (em particular, este é ajustado na protuberância 27 no centro do pólo magnético 16). Além disto, o injetor de combustível 1 compreende um elemento de proteção 29, o qual tem a forma de um disco com um furo no centro, é feito de um metal magnético com uma grande dureza superficial (por exemplo aço magnético endurecido), e é fixado no pólo magnético 16 de modo a ficar disposto entre o elemento

de absorção 28 e a âncora 17 (em particular, é ajustado na protuberância 27 no centro do pólo magnético 16). A título de exemplo, o elemento de absorção 28 apresenta uma espessura próxima a 100 micra, enquanto que o elemento de proteção 29 apresenta uma espessura próxima a 300 micra.

5 O propósito do elemento de absorção 28 é o de absorver a energia cinética da âncora 17 quando a âncora 17 é movida da posição de fechamento para a posição de abertura e bate contra o pólo magnético 16 de modo a limitar a tensão mecânica nestes componentes. Além disto, o propósito do elemento de absorção 28 é o de evitar a união magnética da âncora 17 no pólo magnético 16 através da manutenção
10 eterna de um vão magnético mínimo entre a âncora 17 e o pólo magnético 16. O propósito do elemento de proteção 29 é o de proteger o elemento de absorção 28 contra os impactos da âncora 17 e o de proteger o dito elemento de absorção 28 de um desgaste excessivo. Em outras palavras, quando este se move da posição de fechamento para a posição de abertura a âncora 17 não bate diretamente no elemento
15 de absorção 28, mas golpeia o elemento de proteção 29 o qual, por sua vez, transfere a energia do impacto para o elemento de absorção 28.

É importante destacar que é essencial para o elemento de proteção 29 ser feito de um material ferromagnético de modo a reduzir a espessura total do vão magnético entre a âncora 17 e o pólo magnético 16 o tanto quanto possível;
20 através da redução da espessura total do vão magnético entre a âncora 17 e o pólo magnético 16 é possível reduzir a intensidade de amperes em giro na bobina 14 e assim o custo, o peso, as dimensões gerais e o consumo de energia elétrica da bobina 14.

De acordo com o quanto é melhor ilustrado na figura 3, uma superfície cilíndrica externa 30 da âncora 17 e uma superfície anular superior 31 da
25 âncora 17 são revestidas com uma camada 32 de cromo (com uma espessura de aproximadamente 20-30 micra); é importante destacar que o cromo é um metal não magnético, com um baixo coeficiente de fricção (menor que a metade do coeficiente do aço) enquanto que, ao mesmo tempo, apresenta uma alta dureza superficial. O propósito da camada 32 de cromo na superfície anular superior 31 da âncora 17 é o de aumentar
30 localmente a dureza superficial de modo a suportar melhor os impactos da âncora 17 contra o pólo magnético 16 (ou melhor, contra o elemento de proteção 29). O propósito da camada 32 de cromo na superfície cilíndrica externa 30 da âncora 17 é o de facilitar o deslizamento da âncora 17 com relação ao corpo tubular 4 e também para tornar o vão magnético lateral uniforme (sempre mantendo um vão magnético mínimo entre a âncora
35 17 e o corpo tubular 4) de modo a evitar uma ligação magnética lateral e o equilíbrio das forças magnéticas radiais.

De acordo com uma forma preferencial de realização, o obturador 10 é feito de aço de alto rendimento com uma espessura reduzida de forma a

ser elasticamente deformável no centro; nesta conexão é importante destacar que o obturador 10 é somente soldado na âncora 17 em correspondência de seu bordo externo e é, portanto, elasticamente deformável no centro. A dita deformação elástica do obturador 10 permite que qualquer folga ou tolerância estrutural seja recoberta sem comprometer a eficiência da vedação de dito obturador 10. Ainda mais, quando o obturador 10 se move da posição de abertura para a posição de fechamento, a mola de fechamento 13 empurra o obturador 10 contra o disco de fechamento 9 até que o dito obturador 10 bata contra o disco de fechamento 9; graças à flexibilidade da parte central do obturador 10, o impacto do obturador 10 contra o disco de fechamento 9 é absorvido pelo anel externo 12 e não é absorvido pelo anel interno 11, o qual deve apresentar um alto grau de planura para garantir a eficiência da vedação. Em outras palavras, no momento em que o obturador 10 impacta o disco de fechamento 9, o obturador 10 sofre uma deformação elástica na sua parte central, do que resulta uma leve elevação do anel interno 11 o qual, assim, não tem de absorver a energia gerada pelo impacto.

O injetor de combustível 1 supra descrito e ilustrado nas figuras 1-4 apresenta diversas vantagens, posto que este é simples e barato de ser produzido e, acima de tudo, mesmo quando este é usado para injetar combustíveis gasosos, as suas características funcionais permanecem altamente estáveis com o transcorrer do tempo. Em particular, os testes mostraram que, graças a presença do elemento de absorção 28, os impactos da âncora 17 contra o pólo magnético 16 não produzem um desgaste apreciável nas superfícies destes componentes. Além disto, e graças a presença do elemento de proteção 29, os impactos da âncora 17 não produzem um desgaste significativo no elemento de absorção 28. Por conseqüência, no injetor de combustível 1 supra descrito, o curso da âncora 17 não aumenta com o passar do tempo e assim as características funcionais do injetor de combustível 1 permanecem muito estáveis durante o uso.

Durante a montagem do injetor de combustível 1 ilustrado nas figuras 1-4, uma das últimas operações consiste na soldagem do disco de fechamento 9 no corpo tubular 4; esta operação é atualmente realizada durante uma fase de ajuste ou calibragem na qual a posição axial exata do disco de fechamento 9 no corpo tubular 4 é determinada experimentalmente de modo a compensar qualquer folga ou tolerância estrutural e assim se obter um injetor de combustível 1 no qual o nível de eficiência é igual ou muito próximo da sua eficiência nominal. Em particular, a posição axial do disco de fechamento 9 é ajustada de modo a se obter uma taxa de injeção efetiva igual a taxa de injeção nominal. Este resultado é alcançado graças ao fato de que, quando a posição axial do disco de fechamento 9 é variada, também o é a compressão da mola de fechamento 13 e assim a pré-carga da mola de fechamento 13 (isto é, a força elástica gerada pela mola de fechamento 13).

Entretanto, ao mesmo tempo em que tem sido observado que através da variação da pré-carga da mola de fechamento 13 é de fato possível se alcançar uma taxa de injeção efetiva a qual é igual à taxa de injeção nominal, por outro lado existe uma flutuação significativa nas características dinâmicas dos injetores de combustível 1. Em outras palavras, enquanto que, de um lado a flutuação significativa da pré-carga da mola de fechamento 13, como resultado do ajuste supra descrito, torna possível padronizar a taxa efetiva de injeção (isto é, o comportamento dos injetores de combustível 1 em condição estacionária), por outro lado isto resulta em diferenças consideráveis nas características dinâmicas dos injetores de combustível 1 (isto é, o comportamento dos injetores de combustível 1 no estado de transição). As ditas diferenças nas características dinâmicas tornam difícil controlar um injetor de combustível 1 para que este realize injeções de combustível muito curtas (por exemplo, na seqüência de injeções piloto precedentes a injeção principal) no qual o dito injetor de combustível 1 está sempre em um estado de transição.

O problema supra descrito pode ser superado, mantendo-se a pré-carga da mola de fechamento 13 constante, através da manutenção da posição axial do disco de fechamento 9 constante e da variação da relutância magnética geral do circuito magnético 33 atravessado pelo fluxo magnético 34 (ilustrado de forma esquemática pelas linhas pontilhadas na figura 5), gerado pelo atuador eletromagnético 7. Quando a pré-carga da mola de fechamento 13 é variada, também o é a força de atração magnética que o atuador eletromagnético 7 deve gerar na âncora 17 para mover a dita âncora 17 e superar a força elástica produzida pela mola de fechamento 13; em outras palavras, o método padrão de ajuste consiste em manter constante a força de atração magnética gerada pelo atuador eletromagnético 7 e variar a pré-carga da mola de fechamento 13, a fim de adaptar a pré-carga da mola de fechamento 13 à força de atração magnética gerada pelo atuador eletromagnético 7. O ajuste pode obter o mesmo efeito através da manutenção da pré-carga na mola de fechamento 13 constante e da adaptação da força de atração magnética gerada pelo atuador eletromagnético 7 à pré-carga da mola de fechamento 13. Em particular, com o mesmo número giros de amperè (isto é, sem tocar a bobina 14), a força de atração magnética gerada pelo atuador eletromagnético 7 pode ser ajustada através da variação da relutância magnética geral do circuito magnético 33 atravessado pelo fluxo magnético 34 gerado pelo atuador eletromagnético 7.

De acordo com o quanto ilustrado na figura 5, para possibilitar um ajuste na relutância magnética geral do circuito magnético 33 atravessado pelo fluxo magnético 34, a armadura magnética 18 consiste de dois componentes anulares 35 e 36, os quais estão, inicialmente, separados um do outro. Um componente anular interno 36 é inicialmente disposto em interferência no corpo tubular 4; um

componente anular externo 35 é então gradualmente disposto ao redor do componente anular interno 36 de modo a variar a posição axial relativa entre os dois componentes anulares 35 e 36 e de modo que a interferência é gradualmente ajustada em dito componente anular interno 36. Alternativamente, ao invés de ao invés de ajustar gradualmente o componente anular externo 35 ao redor do componente anular interno 36, o componente anular interno 36 pode ser gradualmente disposto dentro do componente anular externo 35; neste caso, é o componente anular externo 35 que é inicialmente posicionado no corpo tubular 4. Quando a posição axial relativa entre os dois componentes anulares 35 e 36 é variada, também o é o tamanho do vão anular 37 entre os componentes anulares 35 e 36 e assim a espessura e/ou a área da vão magnético que deve ser atravessada pelo fluxo magnético 34 de modo a passar entre os ditos componentes anulares 35 e 36.

De acordo com uma forma possível de realização, o componente anular interno 36 pode ser aberto (isto é, com uma interrupção transversal) para uma maior elasticidade radial e assim para reduzir a tensão mecânica à qual o corpo tubular 4 é exposto durante o ajuste da interferência. Desta forma, o corpo tubular 4 não é submetido a nenhuma deformação significativa durante a aplicação da interferência; isto é, de fato, extremamente importante evitar qualquer deformação significativa do corpo tubular 4, pelo que uma deformação do corpo tubular 4 pode resultar em uma interferência mecânica entre o corpo tubular 4 e a âncora 17, com o conseqüente bloqueio do deslizamento da âncora 17, o que poderia tornar o injetor de combustível 1 totalmente sem uso.

De acordo com a forma de realização ilustrada na figura 5, a área de contato entre os dois componentes anulares 35 e 36 é disposta fora do corpo tubular 4, em correspondência da âncora 17, e apresenta o vão anular 37, o tamanho do qual varia de acordo com a posição axial relativa entre os dois componentes anulares 35 e 36. O componente anular externo 35 apresenta uma porção inferior tubular em forma de tronco de cone com um diâmetro interno que é maior que o diâmetro externo do corpo tubular 4, de modo a definir neste uma câmara anular 38; o componente anular interno 36 apresenta um formato tubular em cone truncado o qual reproduz positivamente o formato da posição inferior do componente anular externo 35 e gradualmente entra na câmara anular 38 de modo a variar gradualmente a posição axial relativa entre os dois componentes anulares 35 e 36.

De acordo com uma forma alternativa de realização ilustrada na figura 6, o componente anular interno 36 apresenta uma porção superior 39 em formato de tronco de cone e uma porção inferior 40 em formato de cilindro; a porção superior 39 tronco-cônica define com o componente anular externo 35 o vão magnético variável o qual deve ser atravessado pelo fluxo magnético 34 de modo a passar entre os

ditos dois componentes anulares 35 e 36, enquanto que a porção inferior 40 cilíndrica define a interferência de ajuste entre o componente anular interno 36 e o componente anular externo 35. Esta forma de realização permite uma maior redução na tensão mecânica no corpo tubular 4 durante o ajuste da interferência entre o componente anular interno 36 e o componente anular externo 35; desta forma, o corpo tubular 4 é essencialmente protegido contra qualquer forma de deformação induzida pelo ajuste da interferência entre o componente anular interno 36 e o componente anular externo 35. Tal como previamente citado, é extremamente importante evitar qualquer que seja a deformação no corpo tubular 4, pelo fato de que uma deformação do corpo tubular 4 poderia levar a uma interferência mecânica entre o corpo tubular 4 e a âncora 17, com um conseqüente bloqueio do deslizamento da âncora 17, o que poderia tornar o injetor de combustível 1 completamente inútil.

Graças ao fato de que o ajuste da interferência entre os dois componentes anulares 35 e 36 não causa nenhuma deformação apreciável no corpo tubular 4, o ajuste da interferência pode ser realizado com uma força de ajuste suficientemente grande para garantir uma estabilidade durante o tempo de dito ajuste da interferência.

O injetor de combustível 1 supra descrito e ilustrado na figura 1 apresenta diversas vantagens, uma vez que ele é simples e barato de ser produzido e, acima de tudo, este permite que as características funcionais sejam justadas ao mesmo tempo em que se mantém constante a pré-carga na mola de fechamento 13. Devido as numerosas vantagens do injetor de combustível 1 supra descrito e ilustrado na figura 5, a disposição particular da armadura magnética 18 também pode ser usada em um injetor de combustível destinado a combustíveis líquidos.

De acordo com uma forma de realização ilustrada na figura 3, o elemento de proteção 29 consiste de um disco feito de um material em metal ferromagnético com um furo central passante. A dita forma de realização apresenta alguns problemas, uma vez que o elemento de proteção 29 deve necessariamente ser montado de forma flutuante (e assim deve estar livre para se mover na direção axial), isto é, este não pode ser fixado (normalmente soldado ou ajustado com uma interferência) centralmente com relação à protuberância 27 do pólo magnético 16, ou lateralmente com relação ao corpo tubular 4, uma vez que, caso este seja fixado centralmente ou lateralmente, este poderia absorver isoladamente (ou quase) todo o impacto da âncora 17 e de fato evitar que o elemento de absorção 28 se deformasse elasticamente e absorvesse a energia do impacto, por fim evitando que o elemento de absorção 28 realizasse a sua função. Contudo, o fato de que o elemento de proteção 29 é montado de forma flutuante apresenta um importante problema qual seja, em uso o elemento de proteção 29 vibra transversalmente com relação ao eixo longitudinal 2 ciclicamente

batendo contra a protuberância 27 do pólo magnético 16 e/ou contra o corpo tubular 4, resultando em um desgaste gradual de ditos componentes (isto é, conforme o elemento de proteção 29 vibra transversalmente, este localmente "desgasta" a protuberância 27 do pólo magnético 16 e/ou do corpo tubular 4).

5 Ainda mais, foi observado que com o elemento de proteção 29 de acordo com a forma de realização ilustrada na figura 3, a vida útil do elemento de absorção 28 pode ser estendida, apesar de que isto não possibilita que o elemento de absorção 28 consiga uma vida útil muito longa. Para limitar a espessura total do vão magnético entre a âncora 17 e o pólo magnético 16, a espessura do elemento de
10 proteção 29 deve ser extremamente limitada; assim, quando a âncora 17 bate contra o pólo magnético 16, a compressão do elemento de proteção 29 pode exceder o limite de elasticidade e assim produzir deformações permanentes em dito elemento de proteção 29.

15 De acordo com a forma de realização ilustrada nas figuras 7-9, o elemento de proteção 29 compreende uma porção anular interna 41, uma porção anular externa 42 disposta de forma concêntrica ao redor da porção anular interna 41, bem como uma pluralidade de braços de conexão 43, cada um dos quais conectando a porção anular interna 41 na porção anular externa 42 e apresenta uma extremidade interna 44 a qual é integral com a porção interna 41 e uma extremidade externa 45 a qual
20 é integral com a porção externa 42.

De acordo com o quanto ilustrado na figura 9, existem três braços de conexão 43 distribuídos simetricamente ao redor do eixo longitudinal 2 e cada um dos quais é disposto de forma circunferencial, isto é, se estendendo ao longo de um arco de circunferência centralizado no eixo longitudinal 2. Em particular, cada braço de
25 conexão 43 apresenta uma parte central 46 a qual é perfeitamente circunferencial e duas extremidades 44 e 45 as quais são radialmente unidas (isto é, perpendicularmente ao eixo longitudinal 2) nas porções 41 e 42 de modo a ficarem conectadas na parte central 46.

30 Através da alteração do número de braços de conexão 43, a secção transversal da parte central 46 de cada um dos braços de conexão 43, e/ou o comprimento da parte central 46 de cada braço de conexão 43 é possível alterar a elasticidade total e a capacidade de deformação dos braços de conexão 43, e assim altera a elasticidade total e a capacidade de deformação atual entre a porção interna 41 e a porção externa 42.

35 É importante observar que, tal como ilustrado na figura 9, o raio do furo passante 26 central da âncora 17 é maior que o raio interno da porção externa 42 do elemento de proteção 29; isto significa que a âncora 17 somente pode tocar a porção externa 42 e não pode tocar a porção interna 41 ou os braços de conexão

43.

De acordo com o quanto ilustrado na figura 7, a porção interna 41 do elemento de proteção 29 é centralmente fixada (soldada ou ajustada com interferência) na protuberância 27 do pólo magnético 16 enquanto que a porção externa 42 do elemento de proteção 29 fica livre para se mover axialmente com relação à porção interna 41 graças a deformação elástica dos braços de conexão 43. De acordo com uma forma equivalente de realização que são se encontra ilustrada, a porção externa 42 do elemento de proteção 29 é fixada na lateral (soldada ou ajustada com interferência) no corpo tubular 4 enquanto que a porção interna 41 do elemento de proteção 29 fica livre para se mover axialmente com relação à porção externa 42 graças a deformação elástica dos braços de conexão 43; neste caso, ao menos um a porção superior da âncora 17 deve ser conformada de forma que a âncora 17 somente possa tocar a porção interna 41 e nunca consiga tocar a porção externa 42 ou os braços de conexão 43.

Graças ao fato de que a porção 41 ou 42 do elemento de proteção 29 é fixada na protuberância 27 do pólo magnético 16 ou no corpo tubular 4, em uso o elemento de proteção 29 não vibra na transversal com relação ao eixo longitudinal 2 e portanto não causa nenhum desgaste devido ao contato com a protuberância 27 ou com o corpo tubular 4.

Em uso, quando a âncora 17 se move da posição de fechamento para a posição de abertura na direção do pólo magnético 16, a âncora 17 inicialmente bate contra a porção externa 42 do elemento de proteção 29 e, devido ao efeito da energia cinética da âncora 17, esta move a porção externa 42 na direção axial e deforma elasticamente os braços de conexão 43 até que a porção externa 42 entre em contato com o elemento de absorção 28, o qual é assim deformado e absorve parte da energia cinética da âncora 17. Tal como previamente descrito, a âncora 17 toca apenas na porção externa 42 do elemento de proteção 29 e nunca toca a porção interna 41 ou os braços de conexão 43; os braços de conexão 43 são assim livremente deformáveis de modo a permitir uma movimentação axial entre a porção externa 42 empurrada pela âncora 17 e a porção interna 41 a qual, uma vez que ela está presa na protuberância 27 do pólo magnético 16, não se move.

Durante o movimento de abertura, quando a âncora 17 impacta contra a porção externa 42 do elemento de proteção 29, a energia cinética da âncora 17, a qual faz com que os braços de conexão 43 se flexionem elasticamente, gera um movimento axial na porção externa 42 com a conseqüente compressão do elemento de absorção 28; uma parte da energia cinética da âncora 17 é convertida em energia elástica armazenada nos braços de conexão 43 e o restante da energia cinética da âncora 17 é (a parte menor) convertida em energia elástica armazenada no elemento de absorção 28 (a maior parte) e dissipada e convertida em calor dentro do elemento de

absorção 28. Para evitar que a âncora 17 salte contra o elemento de proteção 29, a força elástica total gerada pela energia elástica armazenada no elemento de absorção 28 e nos braços de conexão 43 do elemento de proteção 29 deve ser menor que a diferença entre a força de atração magnética gerada pelo atuador eletromagnético 7 na âncora 17 e a força elástica aplicada na âncora 17 pela mola de fechamento 13.

De acordo com uma forma preferida de realização, os braços de conexão 43 podem ser conformados de modo a limitar o movimento axial máximo entre a porção externa 42 e a porção interna 41. Em outras palavras, o número, o formato e/ou o tamanho dos braços de conexão 43 é projetado de modo a permitir uma deformação elástica de ditos braços de conexão 43 a qual possibilite uma movimentação axial entre a porção externa 42 e a porção interna 41 com um curso máximo; quando o movimento axial entre a porção externa 42 e a porção interna 41 excede o curso máximo, os braços de conexão 43 não são mais elasticamente deformáveis e isto evita qualquer outro movimento axial entre a porção externa 42 e a porção interna 41 por meio da atuação como uma parada para a porção externa 42. Dita característica dos braços de conexão 43, a qual constitui uma parada para a porção externa 42, é usada para limitar a compressão máxima do elemento de absorção 28 e assim limitar a tensão máxima exercida no elemento de absorção 28 para dentro do limite de elasticidade (assim dentro do limite suportável sem quebras ou deformações permanentes) do material resiliente. Em outras palavras, a compressão máxima do elemento de absorção 28 é limitada pela movimentação axial máxima da porção externa 42 que é permitida pelos braços de conexão 43, de forma que o elemento de absorção 28 não possa ser deformado além do seu limite de elasticidade. Desta forma, o elemento de absorção 28 apresenta uma vida útil muito longa ao mesmo tempo em que ainda apresenta uma espessura axial extremamente limitada.

Reivindicações

1. Injetor de combustível (1) eletromagnético para combustíveis gasosos, compreendendo:

um bico injetor (3) controlado por uma válvula de injeção (8);

um obturador (10) móvel para regular o fluxo de combustível através da válvula de injeção (8);

um atuador eletromagnético (7), o qual é apropriado para mover o obturador (10) entre uma posição de fechamento e uma posição de abertura da válvula de injeção (8) e compreende um pólo magnético (16) fixo, uma bobina (14) apropriada para induzir um fluxo magnético no pólo magnético (16), e uma âncora (17) apropriada para ser magneticamente atraída pelo pólo magnético (16); e

um elemento de absorção (28), o qual é feito de um material elástico não magnético e fica disposto entre o pólo magnético (16) e a âncora (17);

o injetor de combustível (1) sendo **caracterizado** pelo fato de compreender:

- um elemento de proteção (29), o qual é feito de um material metálico magnético com grande dureza superficial, é disposto entre o elemento de absorção (28) e a âncora (17), e apresenta ao menos uma porção externa (42) a qual é livre para se mover na direção axial contra o elemento de absorção (28) para possibilitar a compressão de dito elemento de absorção (28) entre a âncora (17) e o pólo magnético (16);
- o elemento de proteção (29) compreendendo uma porção interna (41), uma porção externa (42) disposta de forma concêntrica ao redor da porção interna (41) e um meio de conexão elasticamente deformável o qual é mecanicamente disposto entre a porção interna (41) e a porção externa (42) de modo a permitir um movimento axial relativo entre a porção interna (41) e a porção externa (42); e
- a porção interna (41) do elemento de proteção (29) é centralmente fixada na protuberância (27) do pólo magnético (16) centralmente disposto e a porção externa (42) do elemento de proteção (29) está livre para se mover na direção axial com relação à porção interna (41) graças à deformação elástica dos meios de conexão; a âncora (17) é conformada de modo a tocar apenas na porção externa (42) e assim não tocar nem na porção interna (41) nem nos braços de conexão (43); ou, de forma

alternativa,

- a porção externa (42) do elemento de proteção (29) é fixada lateralmente no corpo tubular (4) do injetor de combustível (1) e a porção interna (41) do elemento de proteção (29) é livre para se mover axialmente com relação a porção externa (42) graças a deformação elástica dos meios de conexão; a âncora (17) é conformada de modo a tocar apenas na porção interna (41) e assim não tocar nem na porção externa (42) nem nos braços de conexão (43).

2. Injetor (1), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que os meios de conexão consistem de uma pluralidade de braços de conexão (43), cada um dos quais conectando a porção interna (41) na porção externa (42) e apresentando uma extremidade interna (44) a qual é integral com a porção interna (41) e uma extremidade externa (45) a qual é integral com a porção externa (42).

3. Injetor (1), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que cada um dos braços de conexão (43) é circunferencialmente disposto e apresenta uma parte central (46) a qual é perfeitamente circunferencial e duas extremidades (44, 45) que são radialmente unidas nas porções interna e externa (41, 42) de modo a serem conectadas na parte central (46).

4. Injetor (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de que, quando a âncora (17) é conformada de modo a tocar apenas na porção externa (42) do elemento de proteção (29), a âncora (17) apresenta um furo passante (26) central, o raio deste sendo maior que o raio interno da porção externa (42) do elemento de proteção (29).

5. Injetor (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que os meios de conexão são conformados de modo a limitar o movimento axial máximo entre a porção externa (42) e a porção interna (41), de modo a limitar a compressão máxima do elemento de absorção (28).

6. Injetor (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que a força elástica total gerada pela energia elástica armazenada no elemento de absorção (28) e nos meios de conexão do elemento de proteção (29) após o impacto da âncora (17) é menor que a diferença entre a força

magnética de atração gerada pelo atuador eletromagnético (7) na âncora (17) e a força elástica aplicada na âncora (17) pela mola de fechamento (13).

7. Injetor (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que o pólo magnético (16) apresenta uma protuberância (27) centralmente disposta; o elemento de absorção (28) e o elemento de proteção (29) apresentando um formato em disco com um furo no centro e são ajustados na protuberância (27) centralmente disposta do pólo magnético (16).

8. Injetor (1), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de compreender uma mola de fechamento (13), a qual é comprimida entre o obturador (10) e o pólo magnético (16) de modo a empurrar o obturador (10) para a posição de fechamento e uma extremidade da qual sendo fixada na protuberância (27) do pólo magnético (16).

9. Injetor (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado** pelo fato de compreender um corpo tubular (4), dotado de uma sede cilíndrica (5) a qual age como um duto de combustível e que aloja o obturador (10); a porção inferior do corpo tubular (4) sendo dotada de um certo número de furos passantes (6) radiais, os quais são dispostos perpendicularmente ao eixo longitudinal (2) do corpo tubular (4) e têm a função de permitir que o combustível entre na sede cilíndrica (5) de forma radial; é previsto um disco de fechamento (9), o qual é parte da válvula de injeção (8), é soldado lateralmente no corpo tubular (4) abaixo dos furos passantes (6) e apresenta um furo passante central o qual define o bico injetor (3).

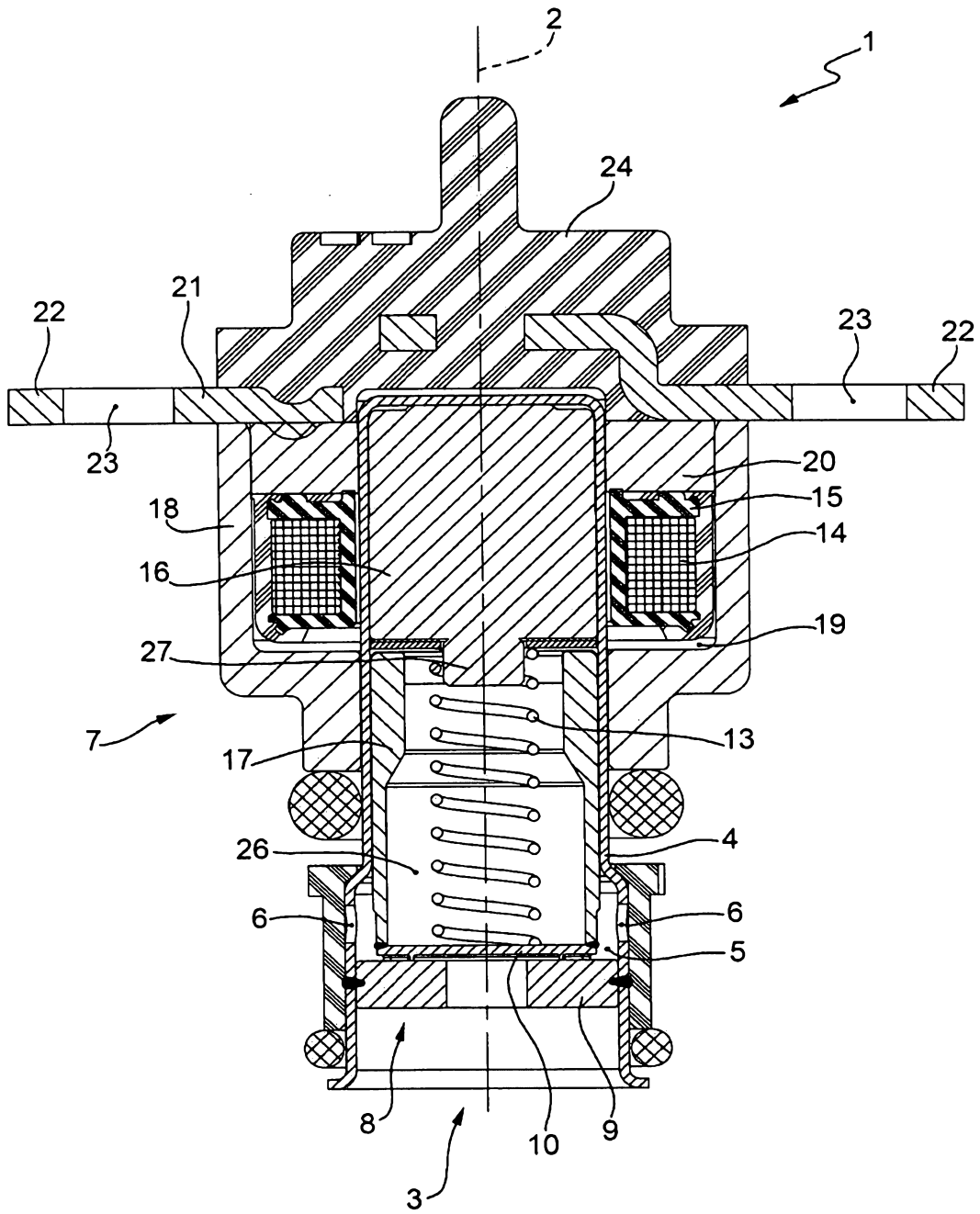
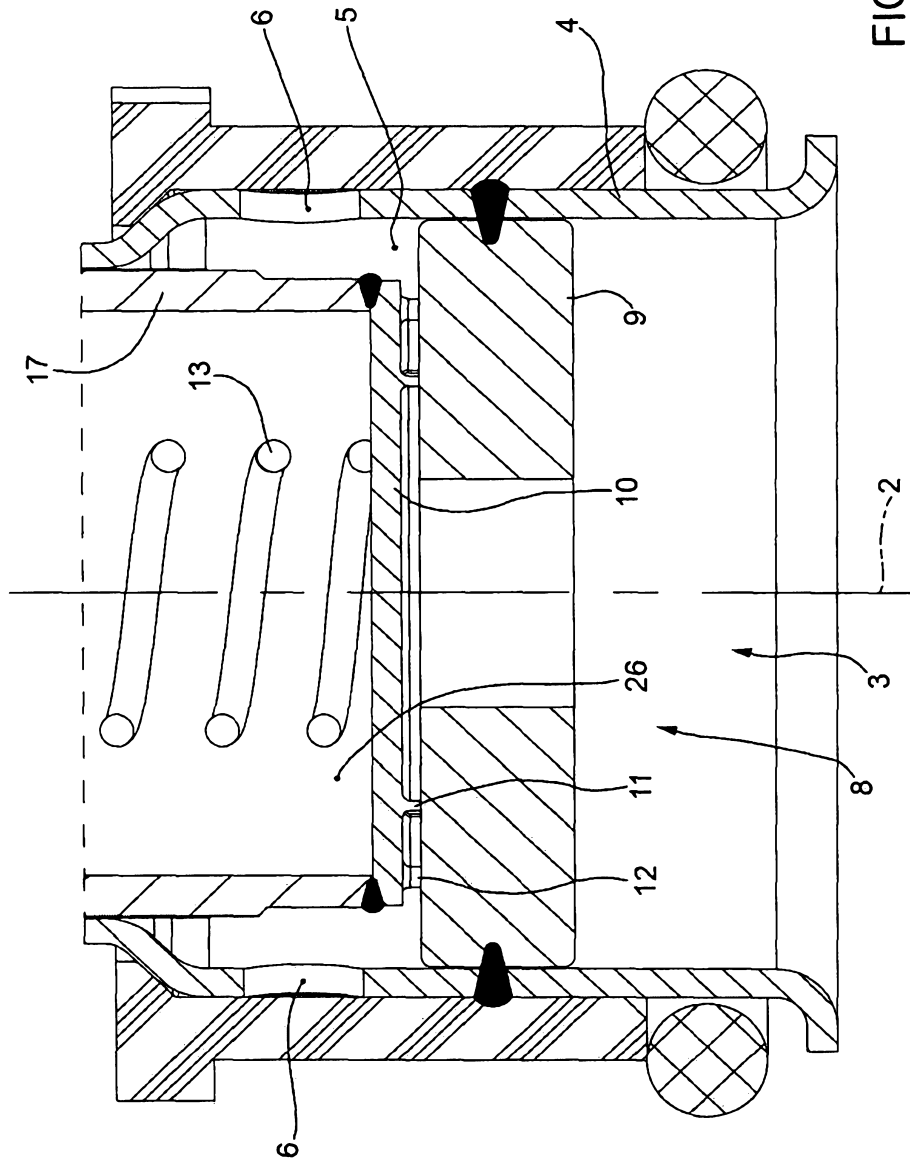


FIG.1



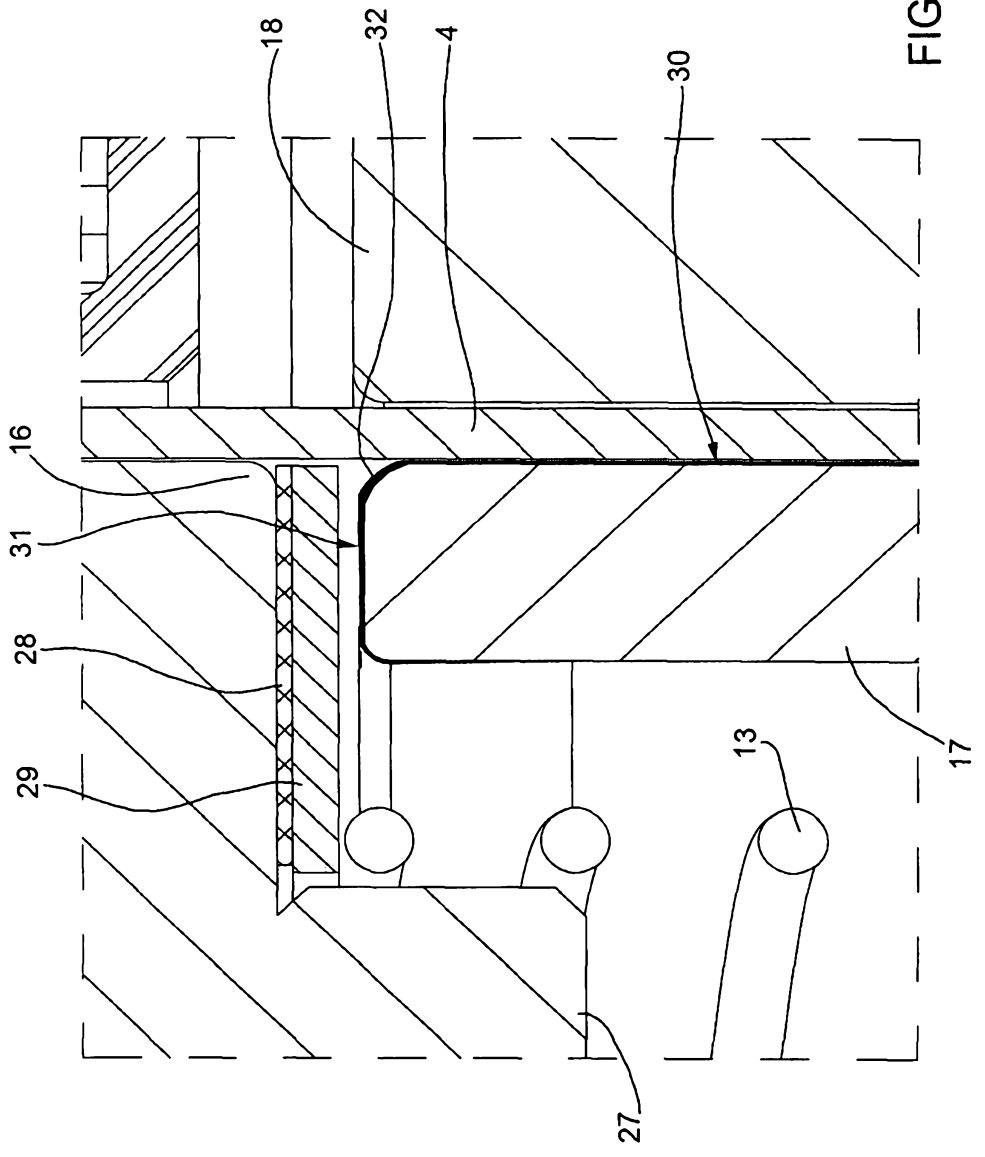


FIG. 3

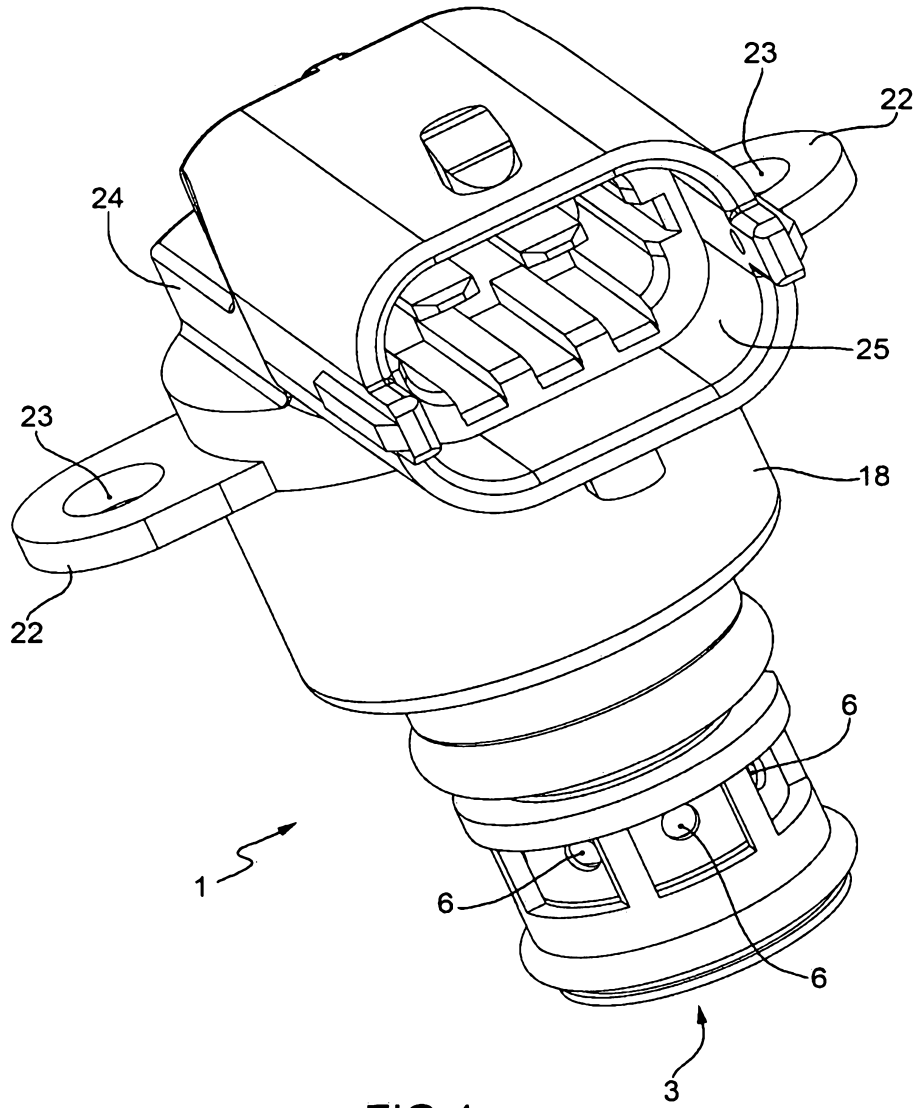


FIG. 4

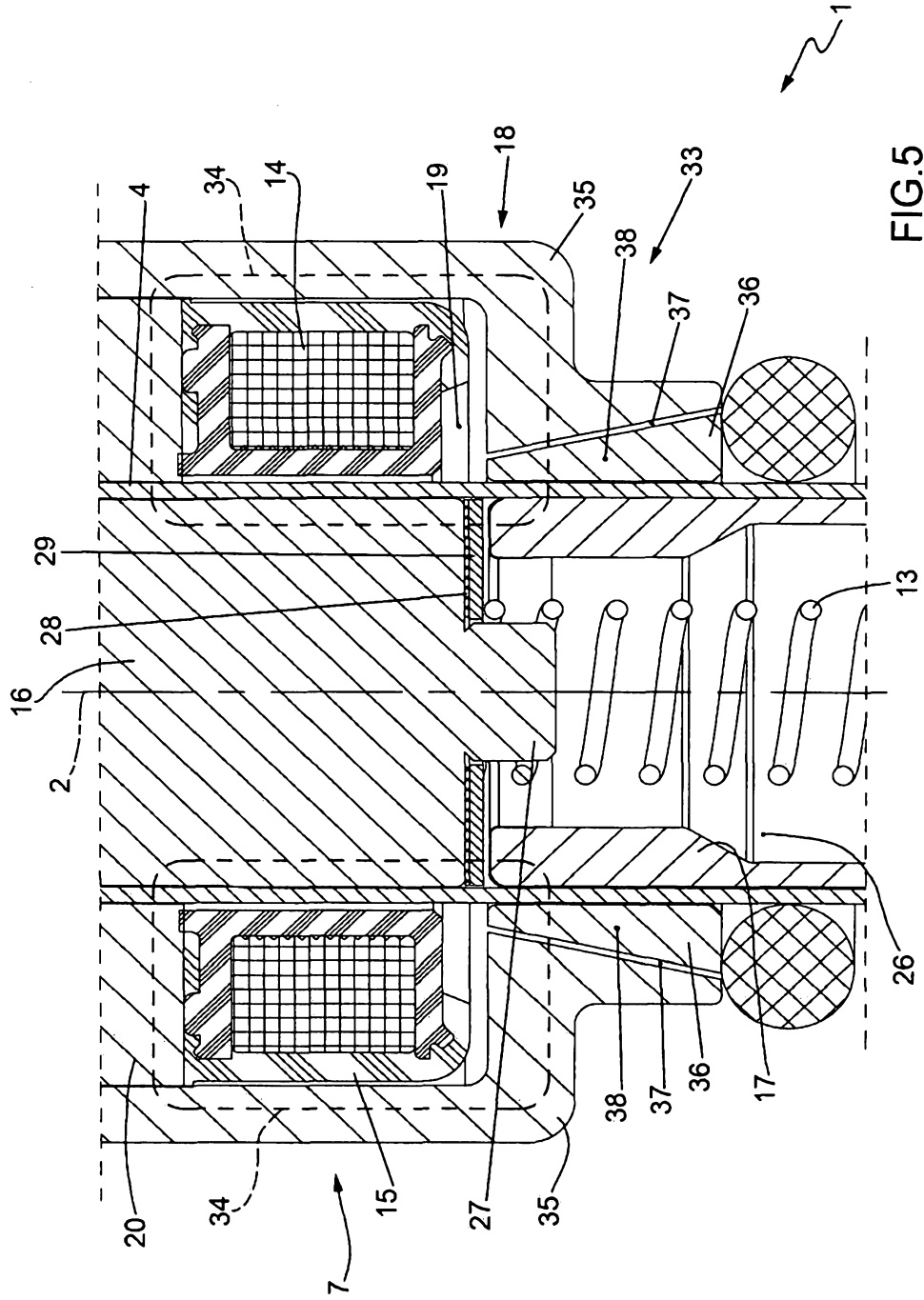


FIG. 5

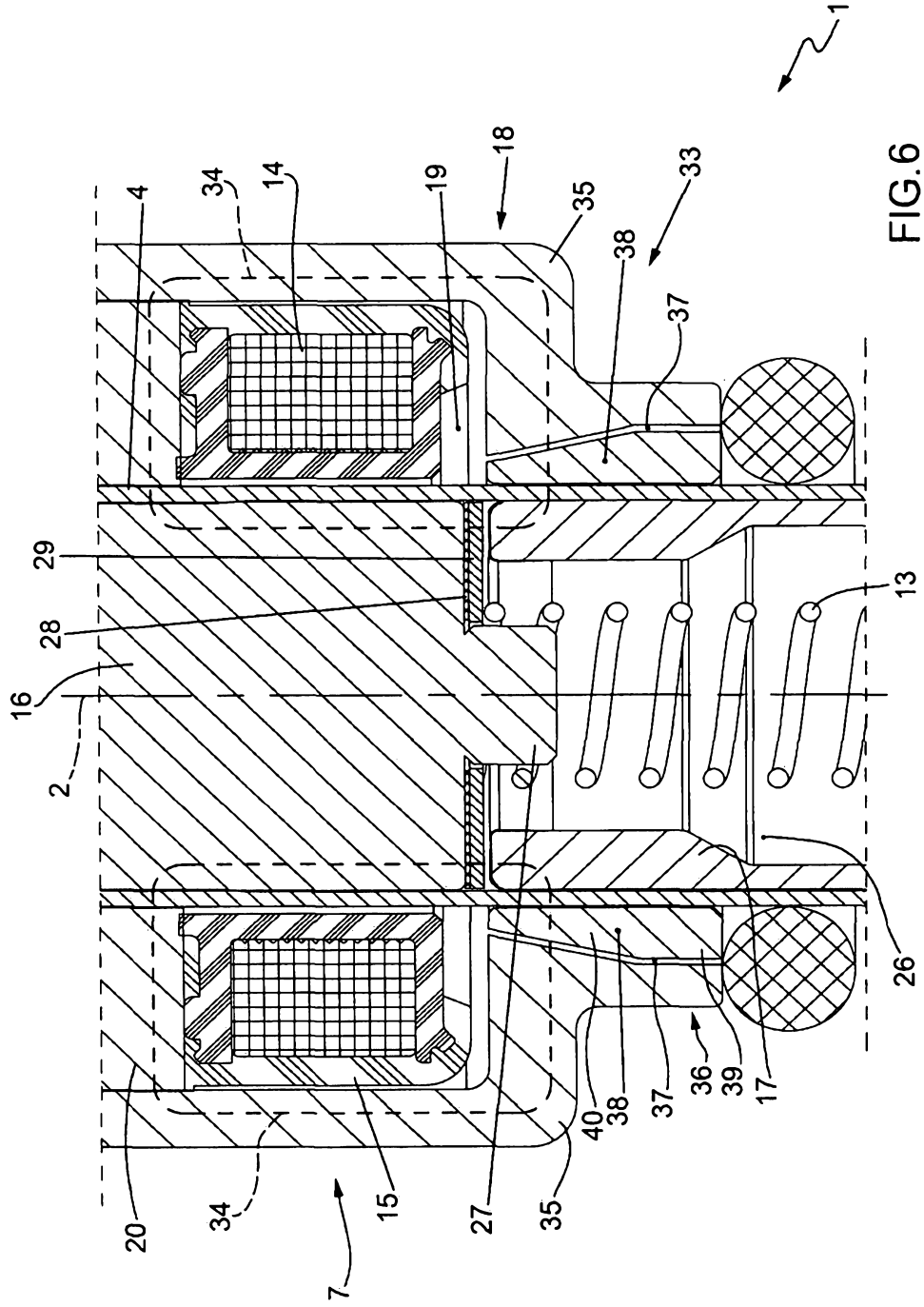


FIG. 6

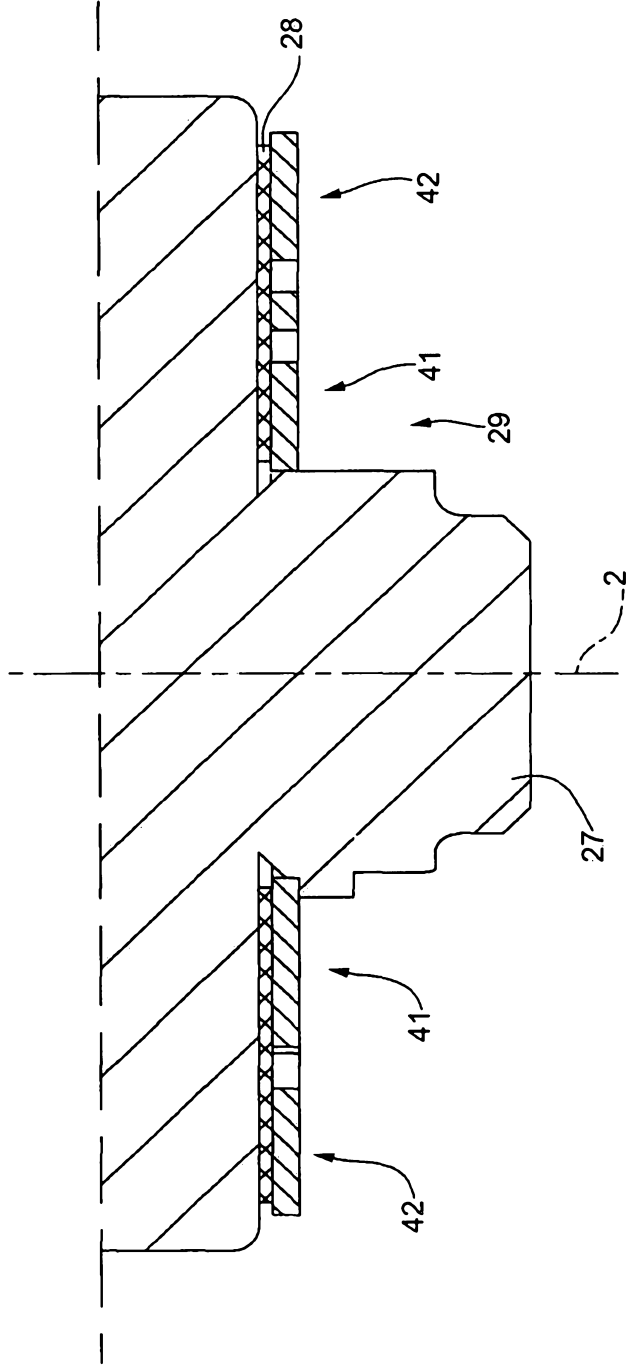


FIG. 7

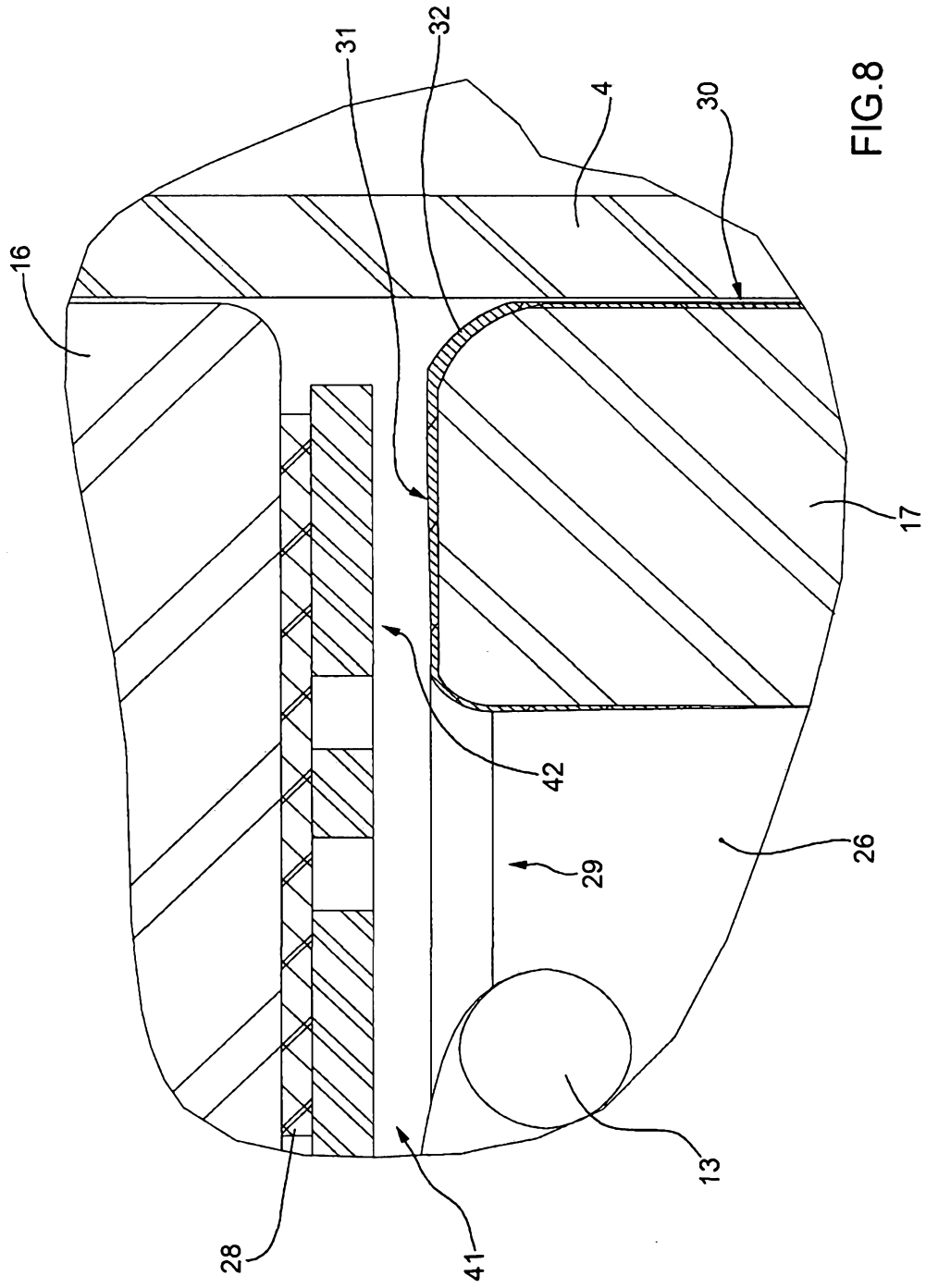


FIG. 8

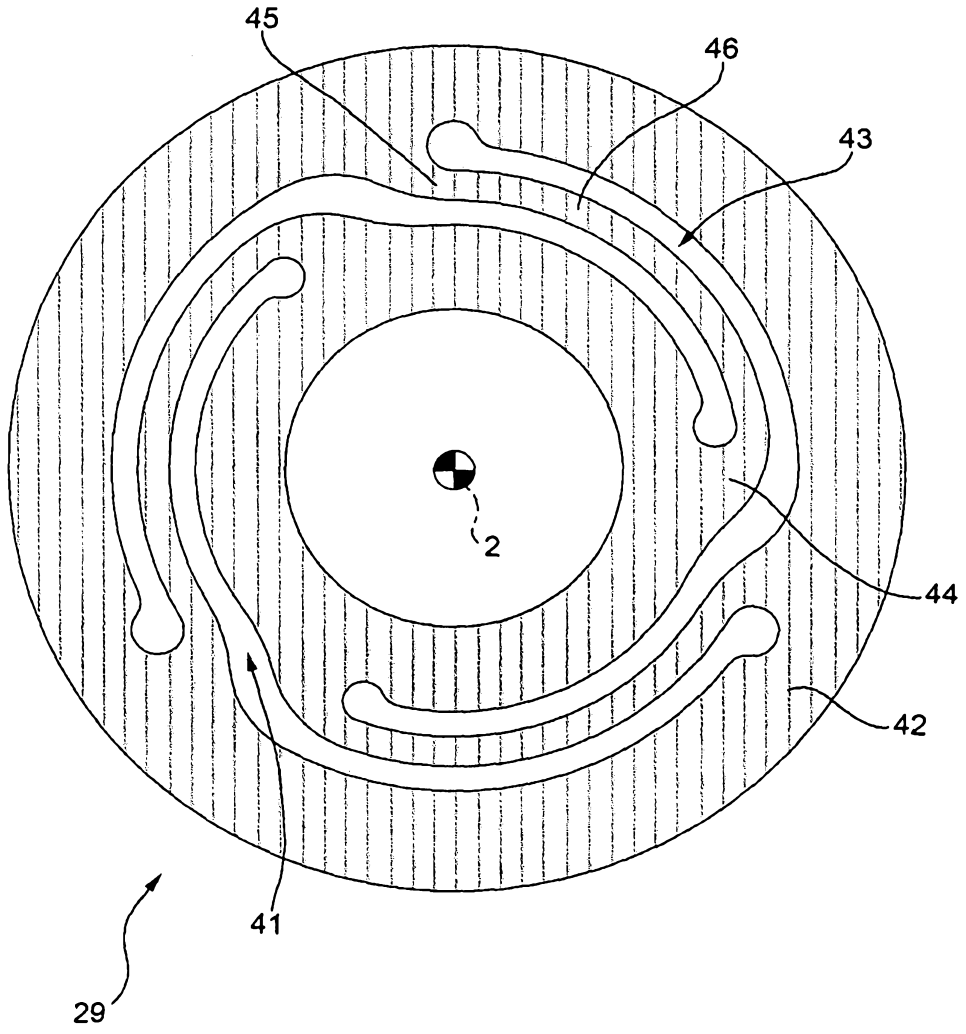


FIG. 9