

(11) Número de Publicação: **PT 2012948 E**

(51) Classificação Internacional:

B21D 22/22 (2007.10) **B21D 37/16** (2007.10)

B21D 22/02 (2007.10) **B21D 22/20** (2007.10)

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2007.04.24**

(30) Prioridade(s): **2006.04.24 DE**
102006019395

(43) Data de publicação do pedido: **2009.01.14**

(45) Data e BPI da concessão: **2009.09.09**
238/2009

(73) Titular(es):

THYSSENKRUPP STEEL AG

KAISER-WILHELM-STRASSE 100 47166
DUISBURG

DE

(72) Inventor(es):

FRANZ-JOSEF LENZE

SASCHA SIKORA

DE

DE

(74) Mandatário:

MANUEL ANTÓNIO DURÃES DA CONCEIÇÃO ROCHA
AV LIBERDADE, Nº. 69 1250-148 LISBOA

PT

(54) Epígrafe: **PROCESSO PARA DAR FORMA A CHAPAS DE AÇOS DE RESISTÊNCIA SUPERIOR E MÁXIMA**

(57) Resumo:

RESUMO**"PROCESSO PARA DAR FORMA A CHAPAS DE AÇOS DE RESISTÊNCIA
SUPERIOR E MÁXIMA"**

A invenção refere-se a uma ferramenta de deformação para o endurecimento por prensagem e a deformação temperada de uma chapa de aço de resistência superior e/ou máxima com meios para temperar a ferramenta de deformação, assim como, um processo para o endurecimento por prensagem e a deformação temperada de chapas de aço de resistência superior e/ou máxima. A chapa é aquecida antes da deformação e, de seguida, é deformada a quente ou a uma temperatura tépida numa ferramenta de deformação, que possui meios para temperar. O objectivo de propor uma ferramenta de deformação e um processo para o endurecimento por prensagem e deformação temperada, que permitam uma condução da temperatura definida com precisão da chapa durante a deformação, é concretizado pelo facto de estarem previstos na ferramenta de deformação uma série de meios reguláveis (5, 6, 8) para temperar a ferramenta de deformação, através dos quais se podem temperar diversas zonas de temperatura na ferramenta de deformação, em que pelo menos as superfícies de contacto dos elementos da ferramenta de deformação (1, 2, 3) utilizados na deformação estão atribuídos a zonas de temperatura individuais.

DESCRIÇÃO

"PROCESSO PARA DAR FORMA A CHAPAS DE AÇOS DE RESISTÊNCIA SUPERIOR E MÁXIMA"

A invenção refere-se a um processo para o endurecimento por prensagem e a deformação temperada de chapas de aços de resistência superior e máxima, no qual a chapa é aquecida antes da deformação e, de seguida, é deformada a quente numa ferramenta de deformação, que apresenta meios para temperar.

Devido às exigências cada vez maiores a nível das características de resistência das peças estruturais em aço ou em liga de aço puro na construção automóvel, são cada vez mais utilizadas deformações a quente na produção em série para poder deformar aços de resistência superior e/ou máxima. Na deformação a quente começa-se por aquecer uma chapa. Isto é normalmente feito num forno. Retira-se a chapa aquecida do forno e coloca-se numa ferramenta de deformação, na qual a chapa é deformada a quente. Na deformação por meio do endurecimento por prensagem, a chapa é, por exemplo, aquecida até, pelo menos, uma temperatura de austenitização. De seguida, a chapa é rapidamente arrefecida para transformar a estrutura austenitizada da chapa numa estrutura martensítica. Pressupondo que as características de deformação na apresentação de uma estrutura austenitizada sejam boas, os valores de resistência aumentam significativamente durante a deformação e, conseqüentemente, as características de deformação da chapa pioram. O anúncio da patente alemã DE 10 2005 01 8 974 A1 apresenta um dispositivo, que permite retirar chapas

de um forno e colocá-las numa ferramenta de deformação temperada, em que durante a remoção do forno e a colocação na ferramenta de deformação através dos elementos de contacto, as chapas são mantidas à temperatura pelo fluxo da corrente. Pretende-se, assim, deformar as chapas também com as temperaturas previstas para a deformação a quente. Para além disso, o anúncio da patente alemã DE 198 34 510 A1 apresenta uma ferramenta de corte delicado, que prevê na placa de corte e na placa de guia uma placa de aquecimento com elementos térmicos e um sensor de temperatura para controlar as placas de aquecimento. Com a conhecida ferramenta de corte delicado pretende-se processar aços para trabalho a quente, tanto à temperatura ambiente como tépida.

Nas conhecidas ferramentas de deformação da técnica actual é problemático o facto de, apesar destas permitirem temperar a ferramenta de deformação, não permitirem um controlo preciso da temperatura da chapa durante a deformação.

Tendo isto em conta, a presente invenção pretende propor uma ferramenta de deformação para o endurecimento por prensagem e a deformação temperada, assim como, um processo para o endurecimento por prensagem e a deformação temperada, que permitam uma guia de temperatura (definida com precisão) da chapa durante a deformação.

De acordo com o princípio da presente invenção, o objectivo anteriormente proposto é concretizado por um processo segundo a reivindicação 1.

Verificou-se que, para preservar as boas características de deformação de aços de resistência superior ou máxima aquecidos, é necessário controlar muito

bem a temperatura das superfícies de contacto dos elementos da ferramenta de deformação com a chapa. Consegue-se, assim, não só minimizar o desgaste da ferramenta de deformação nas superfícies de contacto dos elementos da ferramenta de deformação com a chapa, uma vez que, através da guia da temperatura, se podem ajustar parâmetros de processo otimizados, principalmente temperaturas de processo otimizadas da chapa, mas também consegue-se influenciar a estrutura da chapa, ajustando as velocidades de arrefecimento da chapa durante a deformação em cada zona de temperatura, através da diferença térmica da temperatura da chapa. Deste modo, a ferramenta de deformação de acordo com a presente invenção permite ajustar diferentes características de material na chapa. Por exemplo, com as zonas de temperatura reguladas é possível executar um recozimento de alívio de tensões durante e/ou depois da deformação.

Como já foi exposto, dá-se uma enorme importância ao controlo das temperaturas da chapa durante a deformação no endurecimento por prensagem e deformação temperada de chapas de aço de resistência superior e/ou máxima, uma vez que assim não só se controlam eficazmente as características de deformação a quente, como também se pode influenciar a estrutura através das velocidades de arrefecimento. Em conformidade com a invenção, isto é conseguido pelas zonas de temperatura individualmente reguláveis, que estão atribuídas às superfícies de contacto do elemento da ferramenta de deformação.

As zonas de temperatura apresentam, de preferência, na ferramenta de deformação temperaturas uniformes ou diferentes durante a deformação. Se necessário, pode-se

ajustar, assim, durante a deformação, um perfil de temperatura dentro da chapa ou uma temperatura constante nas áreas deformadas da chapa.

Como já foi exposto, podem utilizar-se ferramentas de deformação mais económicas em conformidade com uma versão mais avançada do processo de acordo com a invenção, desde que a temperatura de cada zona de temperatura na ferramenta de deformação não exceda, durante a deformação, uma temperatura máxima de 650°C . Neste caso, podem utilizar-se aços para trabalhos a quente económicos no fabrico da ferramenta de deformação.

Se a temperatura de pelo menos uma zona de temperatura na ferramenta de deformação exceder os 200°C , pode ajustar-se a estrutura da chapa endurecida por prensagem nesta zona de temperatura para um melhor alongamento à ruptura sob valores reduzidos relativamente ao limite elástico e resistência à tracção. Para além disso e devido a uma mais alta temperatura da ferramenta, reduzem-se as oscilações estruturais por causa das prensagens alternadas de superfície. A causa tem a ver com o facto da oscilação das taxas de arrefecimento ser reduzida com temperaturas de ferramenta mais altas, apesar de diferentes prensagens de superfície.

Se a temperatura de pelo menos uma zona de temperatura na ferramenta de deformação não exceder os 200°C , obtêm-se nesta área limites elásticos máximos e resistências à tracção, no caso de um menor alongamento à ruptura.

Pode ser disponibilizado ainda outro parâmetro para influenciar a estrutura da chapa durante a deformação, ajustando o comportamento de arrefecimento da chapa, pelo menos parcialmente, através das compressões de superfície

da ferramenta de deformação. Principalmente nas áreas de temperatura mais baixa na ferramenta de deformação, ou seja nas áreas com uma temperatura abaixo dos 200°C, há uma variação da compressão de superfície que causa velocidades de arrefecimento visivelmente diferentes, de modo que a estrutura da chapa possa ser alterada, principalmente nestas zonas de temperatura, através da compressão de superfície.

Podem obter-se valores de resistência mecânica particularmente elevados com o processo em conformidade com a invenção, utilizando por exemplo um aço de boro e manganês, principalmente de uma liga do tipo 22MnB5. Com o tipo de aço mencionado conseguem obter-se resistências à tracção superiores a 1500 MPa e limites elásticos superiores a 1000 Mpa, situando-se o alongamento à ruptura A80 nos 5%.

Para impedir que, durante o endurecimento por prensagem e deformação temperada segundo o processo em conformidade com a invenção, se formem óxidos à superfície da chapa, as chapas apresentam, de acordo com a invenção, um revestimento da superfície para proteger contra a formação de óxidos. Pode, por exemplo, dispor-se uma correspondente protecção contra a oxidação das superfícies da chapa, através de um revestimento em alumínio e silício.

É possível ajustar concretamente uma estrutura com o processo em conformidade com a invenção, definindo uma diferença de temperatura entre a chapa aquecida e as superfícies de contacto da ferramenta temperada entre 50 e 650°C, preferencialmente entre 100 e 350°C. Por temperatura da chapa entende-se aqui a temperatura fulcral da chapa. No caso de uma diferença de temperatura de 50°C a 650°C, é

possível obter quase todas as estruturas durante a deformação, por exemplo uma matriz base ferrítica a baixas diferenças de temperatura a 50°C. No caso de diferenças de temperatura superiores, que se situam entre 100°C e 300°C, obtêm-se essencialmente estruturas bainíticas através da deformação na chapa, que influenciam positivamente o comportamento de dilatação da chapa deformada. No caso de diferenças de temperatura superiores a 300°C, aumenta essencialmente a parte da estrutura martensítica, o que aumenta a resistência, mas reduz a capacidade de dilatação da chapa deformada.

Há, pois, várias possibilidades para continuar a desenvolver e equipar o processo de acordo com a invenção para endurecer por prensagem e deformar por têmpera. Remete-se aqui, por um lado, para as reivindicações de patente atribuídas à reivindicação de patente 1 e, por outro lado, para a descrição de uma ferramenta de deformação para realizar o processo conforme a invenção, juntamente com o desenho.

A única figura do desenho mostra, numa vista de corte em perspectiva, um exemplo de execução e uma ferramenta de deformação para o endurecimento por prensagem e a deformação temperada de uma chapa de aços de resistência superior e/ou máxima. O exemplo de execução, ilustrado na única figura, sobre uma ferramenta de deformação para endurecer por prensagem e deformar por têmpera, apresenta primeiramente como elemento da ferramenta de deformação um anel para formação 1, um carimbo 2 e um suporte de chapas 3. No alojamento 4 para o anel para formação 1 estão dispostos fios de aquecimento 5, que temperam o anel para formação 1 como primeira zona de temperatura. O carimbo 2

tem uma espiral de aquecimento 6, de modo a poder regular também a sua temperatura. Por fim, o alojamento 7 do suporte de chapas engloba fios de aquecimento 8, que temperam o suporte de chapas 3. Cada zona de temperatura, que se forma a partir das superfícies de contacto do anel para formação 1, do carimbo 2 e do suporte de chapas 3 com a chapa, assim como, cada fio de aquecimento, é isolado por material isolante 9 contra perdas caloríficas, que se verificam por exemplo no alojamento da ferramenta 13. No presente exemplo de execução da ferramenta de deformação, os elementos desta ferramenta 1, 2, 3 (que formam cada zona de temperatura) não estão termicamente isolados entre si. Porém, a disposição dos elementos térmicos 10, 11, 12 na proximidade das superfícies de contacto dos elementos da ferramenta de deformação 1, 2, 3 com a chapa, garante uma têmpera precisa das respectivas áreas da chapa. Como se pode ver na figura, o anel para formação 1, o suporte de chapas 3 e o carimbo 2 estão termicamente isolados relativamente ao alojamento da ferramenta, de modo a evitar uma descarga térmica descontrolada para o alojamento da ferramenta 13.

As três zonas de temperatura do anel para formação 1, do carimbo 2 e do suporte de chapas 3 podem ser ajustadas, independentemente umas das outras, para diferentes temperaturas desde a temperatura ambiente até p. ex. um máximo de 650°C, de preferência de 200 a 650°C, mas principalmente entre 400°C e 650°C. De acordo com a invenção, podem também obter-se assim perfis de temperatura na ferramenta de deformação para alterar a estrutura nos respectivos pontos da chapa deformada, por exemplo devido a diferentes velocidades de arrefecimento da chapa nestas

áreas. Para simplificar, a única figura não apresenta os meios para variar a prensagem de superfície, nem os meios para activar os fios de aquecimento das zonas de temperatura.

Em experiências feitas com chapas, por exemplo, em aço de boro e manganês de uma liga tipo 22MnB5, ajustaram-se diferentes temperaturas em toda a ferramenta. Para maior simplicidade nas experiências, procedeu-se a um ajuste idêntico da temperatura no anel para formação 1, carimbo 2 e suporte de chapas 3. A posição dos elementos térmicos 10, 11, 12 garante que as superfícies de contacto da chapa possuam a mesma temperatura ajustada, correspondendo assim à temperatura de deformação. As experiências demonstraram que, com baixas temperaturas da ferramenta (ou seja, abaixo de 200°C), é possível alcançar os valores máximos de resistência num alongamento à ruptura A80 de aprox. 5%. Os valores de medição para o limite elástico $R_{p0,2}$ ficaram acima de 1050 MPa, e para a resistência à tracção R_m ficaram acima de 1500 MPa. Com temperaturas de ferramenta superiores a 200°C, os valores para o limite elástico $R_{p0,2}$ desceram para menos de 1000 MPa. Simultaneamente, os valores para a resistência à tracção ficaram abaixo de 1500 MPa. Porém, o alongamento à ruptura A80 subiu para aprox. 5,8%. Por exemplo, com uma temperatura de ferramenta de 400°C a resistência à tracção desceu para $R_m=820$ MPa, e o limite elástico desceu para $R_{p0,2} = 610$ MPa. Em contrapartida, o alongamento à ruptura subiu para A80 = 10%. A causa para a alteração dos valores de resistência tem a ver com o facto de continuarem a existir percentagens austeníticas na estrutura, quando a temperatura da ferramenta de deformação é mais elevada. São preferidas

temperaturas da ferramenta de deformação de p. ex. 400°C a 650°C para se obter uma estrutura com valores de alongamento à ruptura mais elevados. No caso de temperaturas da ferramenta de deformação abaixo dos 200°C, a estrutura é, em contrapartida, somente constituída por martensita, obtendo-se a máxima resistência com um reduzido alongamento à ruptura.

Verificou-se ainda que, com uma temperatura de ferramenta mais alta, as diferentes compressões de superfície pouca influência têm sobre a constituição da estrutura. Isto deve-se ao facto das diferentes compressões de superfície, que variaram numa área de 0,15 MPa e 3,83 MPa, terem causado poucas diferenças na taxa de arrefecimento para a faixa de temperatura de 790°C a 390°C. As taxas de arrefecimento medidas para esta faixa de temperatura encontravam-se entre 80 e 115 Ws. Se, porém, a ferramenta de deformação for temperada a uma temperatura abaixo de 200°C, a influência da compressão de superfície sobre a taxa de arrefecimento e, conseqüentemente, a sua influência sobre a constituição do tecido, é muito maior devido à grande diferença de temperatura entre a chapa e a ferramenta de deformação. Verificou-se que a baixas temperaturas da ferramenta (ou seja, abaixo de 200°C), é possível medir diferentes velocidades de arrefecimento de 80 Ws até 480, através da compressão de superfície. A consequência é ter-se formado grosseiramente, com estas velocidades de arrefecimento extremamente elevadas, uma estrutura martensítica. Com velocidades de arrefecimento entre 80 Ws e 130 Ws, a estrutura martensítica obtida tem, em contrapartida, um granulado fino, que é geralmente vantajoso. Os valores medidos para o limite elástico e a

resistência à tracção não foram alterados pelas diferentes constituições da estrutura. Para obter valores máximos de resistência no endurecimento por prensagem e deformação temperada e aços de resistência superior e/ou máxima, é preciso manter rigorosamente a guia de temperatura na ferramenta de deformação ou na chapa por deformar. Neste caso, é particularmente adequado o exemplo de execução descrito da ferramenta de deformação para o endurecimento por prensagem e a deformação temperada.

Além disso, foram aquecidas outras duas provas de uma liga de aço 22MnB5 com um revestimento de alumínio e silício (AlSi) durante aprox. 6 minutos a 950°C. A prova a) foi deformada numa ferramenta temperada para 410°C com uma pressão de 80 bar, e a prova b) foi deformada numa ferramenta arrefecida à temperatura ambiente com uma pressão de 80 bar.

Micro-amstras das provas a) e b) mostram diferentes constituições estruturais. A prova a) apresentou uma estrutura em bainita com efeitos de ocorrência. Em contrapartida, a prova b) apresentou uma estrutura martensítica e bainítica.

Recozeu-se outra prova do tipo acima mencionado a 900°C, que foi transferida em aprox. 6s para uma prensa, situando-se a temperatura fulcral da chapa ainda nos 750°C. A temperatura da prensa era de 600°C e o tempo fechado foi aprox. de 1,5 s. A seguir à deformação temperada deu-se um arrefecimento repentino até à temperatura ambiente. A análise da prova mostrou uma matriz de base ferrítica com perlita disposta em linha, verificando-se ainda ilhas isoladas de martensita e porções de bainita. Noutra decapagem de aperto, observaram-se poucas percentagens de

austenita residual. As experiências demonstraram que a deformação temperada permite ajustar objectivamente martensita, bainita e/ou perlita, assim como, austenita residual na chapa.

DOCUMENTOS APRESENTADOS NA DESCRIÇÃO

Esta lista dos documentos apresentados pelo requerente foi exclusivamente recolhida para informação do leitor e não faz parte do documento europeu da patente. Foi elaborada com o máximo cuidado; o IEP não assume, porém, qualquer responsabilidade por eventuais erros ou omissões.

Documentos da patente apresentados na descrição

DE 10200501 8974 A1

DE 19834510 A1

Lisboa, 3/12/2009

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para o endurecimento por prensagem e a deformação temperada de chapas de aços de resistência superior e máxima, nos quais a chapa é aquecida, antes da deformação, até pelo menos uma temperatura de austenitização e, de seguida, é deformada a quente numa ferramenta de deformação, que apresenta meios para temperar, **caracterizado pelo facto** da chapa ser deformada através de superfícies de contacto de elementos da ferramenta de deformação previstos para a deformação, em que as superfícies de contacto estão atribuídas, pelo menos parcialmente, a uma série de zonas de temperatura previstas na ferramenta de deformação, e uma série de zonas de temperatura da ferramenta de deformação serem temperadas para valores de temperatura pré-definidos, através de meios de têmpera durante a deformação.

2. Processo segundo a reivindicação 1, **caracterizado pelo facto** das zonas de temperatura apresentarem na ferramenta de deformação, durante a deformação, temperaturas uniformes ou diferentes.

3. Processo segundo a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo facto** da temperatura de cada zona de temperatura na ferramenta da deformação não exceder, durante a deformação, uma temperatura máxima de 650°C.

4. Processo segundo uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado pelo facto** da temperatura de pelo menos uma

zona de temperatura na ferramenta de deformação ser superior a 200°C.

5. Processo segundo uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado pelo facto** da temperatura de pelo menos uma zona de temperatura não exceder 200°C.

6. Processo segundo uma das reivindicações de 1 a 5, **caracterizado pelo facto** do comportamento de arrefecimento da chapa ser ajustado, pelo menos parcialmente, através das compressões de superfície da ferramenta de deformação.

7. Processo segundo uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado pelo facto** de ser utilizado um aço de boro e manganês, principalmente um aço de boro e manganês de uma liga tipo 22MnB5.

8. Processo segundo uma das reivindicações de 1 a 7, **caracterizado pelo facto** da chapa apresentar um revestimento de superfície para proteger contra a formação de óxidos.

9. Processo segundo uma das reivindicações de 1 a 8, **caracterizado pelo facto** de ser ajustada uma diferença de temperatura entre a chapa aquecida e as superfícies de contacto da ferramenta temperada entre 50 e 650°C, mas preferencialmente entre 100 e 350°C.

Lisboa, 3/12/2009

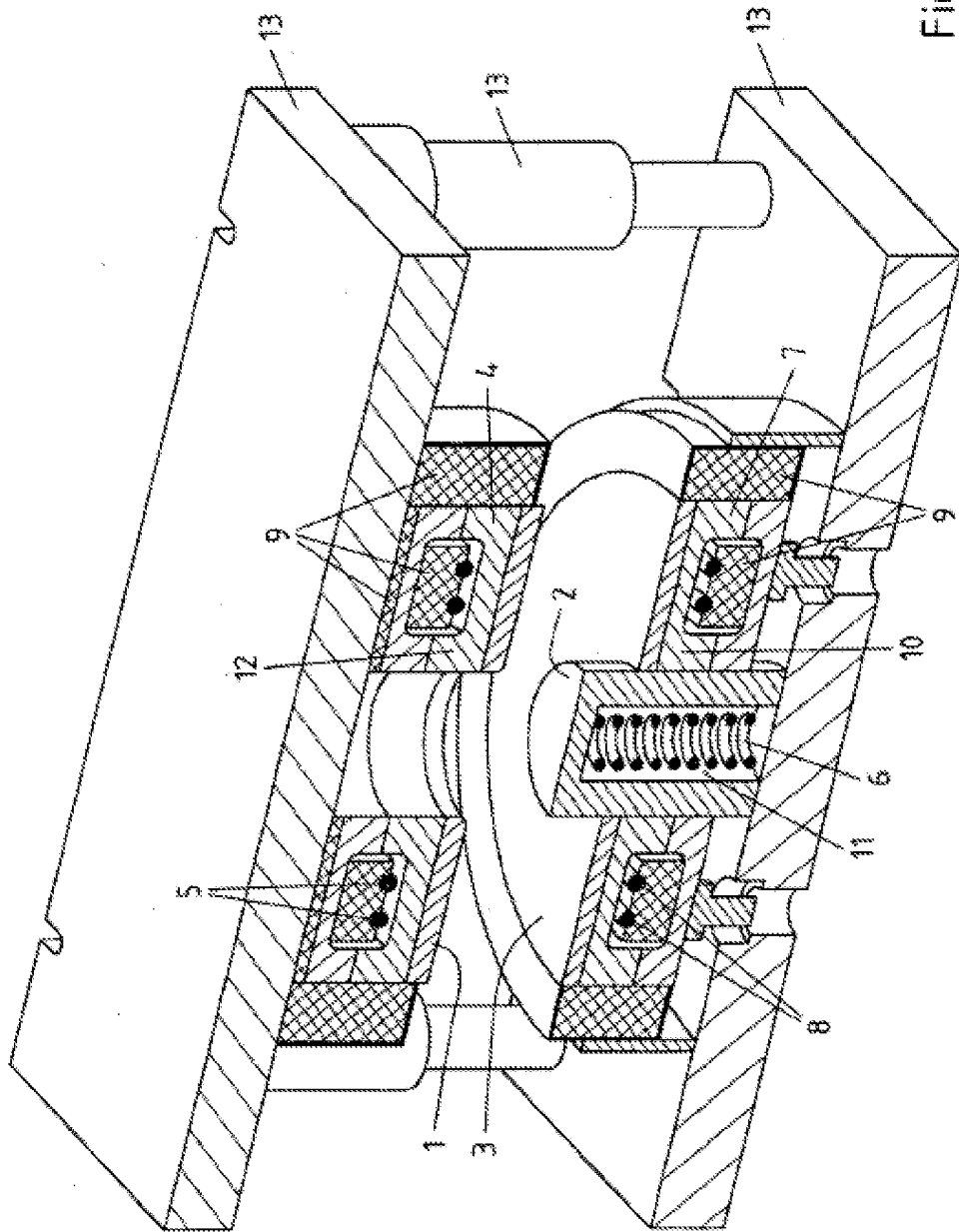


Fig.1