



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

(11) PI 0610872-5 B1



(22) Data do Depósito: 24/05/2006

(45) Data de Concessão: 27/02/2018

(54) Título: PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM COMPONENTE DE METAL COM ZONAS ADJACENTES COM PROPRIEDADES DE MATERIAL DIFERENTES

(51) Int.Cl.: C21D 1/673; B21D 37/16; B21D 22/00; C21D 9/46

(30) Prioridade Unionista: 30/05/2005 DE 10 2005 025 026.2

(73) Titular(es): THYSSENKRUPP STEEL AG

(72) Inventor(es): HEIKO BEENKEN; FRANZ-JOSEF LENZE; SASCHA SIKORA; THOMAS HELLER

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM COMPONENTE DE METAL COM ZONAS ADJACENTES COM PROPRIEDADES DE MATERIAL DIFERENTES**".

[001] A presente invenção refere-se a um processo para a produção de um componente com segmentos adjacentes de diferentes propriedades de material.

[002] No campo prático, são empregados processos desta espécie, a fim de produzir componentes por têmpera com prensa, por exemplo, de aços manganês-boro, que apresentam uma decorrência de têmpera uniforme de até 1.500 MPa. Baseado na reduzida ductilidade remanescente após o processo da têmpera, componentes de construção produzidos desses aços, serão, para tanto, comumente pré-moldados, sendo depois aquecidos para temperatura de austenitização e, em seguida, rapidamente esfriados em um molde altamente pressurizado. Os componentes obtidos desta forma, além de sua elevada têmpera, apresentam boa conservação de medidas.

[003] Um processo integrante do estado da técnica acima mencionado, destinado à têmpera por prensa, passou a ser conhecido, por exemplo, do documento DE 103 41 867 A1. De acordo com este processo, um perfil de chapa temperado pode ser produzido, sendo inicialmente fabricado um molde intermediário a partir de um recorte de chapa, o qual será depois aquecido para temperatura de têmpera e o perfil de chapa, assim aquecido, será, finalmente, resfriado de forma controlada, e sob o efeito de uma prensagem predeterminada, em um dispositivo similar a uma ferramenta de repuxamento profundo. O molde intermediário, produzido na primeira etapa do processo, corresponde, no caso, já de forma aproximada ao formato final do componente a ser produzido.

[004] O dispositivo empregado para a concretização do processo

conhecido, apresenta conjuntos refrigeradores em forma de canais, os quais, na dependência do calor a ser eliminado, são banhados por óleo, água, água gelada ou solução salina. Os conjuntos em forma de canais podem ser controlados separadamente, a fim de configurarem, no componente acabado, zonas de graus de têmpera diferenciados.

[005] Não obstante as vantagens logradas desta maneira com o processo conhecido, por exemplo, do documento DE 103 41 867 A1, existe a exigência de um processo que possa ser realizado de forma simplificada, consoante à técnica de produção, processo este que permite produzir componentes, formados de um elemento de chapa, com zonas precisas e predeterminadas, com propriedades de material variáveis.

[006] Para preencher esta exigência, a invenção propõe um processo para produzir um componente metálico com segmentos adjacentes de diferentes propriedades de material, no qual um elemento de chapa, aquecido para uma temperatura de conformação, é conformado em uma ferramenta adequada para um componente de conformação final, sendo que a ferramenta de conformação apresenta um conjunto de têmpera para regulagem da temperatura de ao menos um segmento que, durante a sua conformação, estabelece contato com o elemento de chapa, e no qual a velocidade da conformação é controlada, levando-se em conta a duração, durante a qual o segmento da ferramenta de conformação, com sua temperatura regulada, estiver em contato com a região adjacente do elemento de chapa.

[007] Consoante a invenção, em complementação às medidas conhecidas do documento DE 103 41 867 A1, para produzir um componente com zonas de propriedades diferentes de material, como resistência ou conformabilidade, a velocidade, com a qual se produz a conformação do elemento de chapa trabalhado para o seu formato final, é regulada de tal maneira que as unidades que entram em contato

com a região temperada da ferramenta, e que apresentam temperatura variável em relação aos segmentos adjacentes, estabelecem contato com as zonas do elemento de chapa, a serem separadamente tratadas, dentro de um espaço de tempo otimizado para o resultado de trabalho visado, sendo que este contato, consideradas as demais condições gerais de conformação, permanece preservado por um espaço de tempo igualmente otimizado. Desta maneira, pode-se produzir com o processo da invenção, dentro de um tempo de processo reduzido a um índice mínimo, um componente construído de chapa que possui zonas precisamente determinadas, com propriedades de material diversas em comparação com os seus demais segmentos.

[008] Caso se pretenda produzir no componente de construção, consoante à invenção, uma zona de maior dureza do que no ambiente, então, consoante à invenção, o elemento de chapa poderá, inicialmente, ser aquecido para uma temperatura de conformação, a partir da qual, com um resfriamento correspondentemente rápido, se produz uma textura temperada. O conjunto de têmpera está configurado, nesta hipótese, como conjunto de refrigeração, que resfria o segmento alocado da ferramenta de conformação para uma temperatura tão reduzida, que a correspondente zona do elemento de chapa, ao estabelecer contato com este segmento resfriado, é bruscamente resfriado com uma velocidade suficiente para a formação da textura dura visada.

[009] Inversamente, contudo, torna-se também possível configurar zonas no componente de construção acabado que apresentam uma têmpera menor do que o seu ambiente. Para este fim, o conjunto de têmpera, previsto consoante à invenção, poderá ser configurado como instalação de aquecimento, a qual mantém o segmento da ferramenta, alocado à zona menos temperada do componente de construção de chapa pronto, em uma temperatura tão elevada que por ocasião de um contato de chapa com esta chapa, permanece preser-

vada uma textura relativamente macia.

[0010] Caso estiverem previstos vários conjuntos de têmpera, então zonas controladamente resfriadas e aquecidas da ferramenta poderão ser dispostas estreitamente adjacentes, com o objetivo de reduzir ao mínimo, na peça de chapa pronta, a expansão de regiões com texturas mistas indefinidas na transição entre uma zona de têmpera elevada e o seu ambiente circundante, produzindo, assim, na peça construção acabada, zonas otimizadas e precisamente circundadas, apresentando variáveis propriedades de material.

[0011] Neste contexto, adquire significado especial o acoplamento, consoante à invenção, da velocidade de conformação em relação à posição e expansão das zonas de diferentes propriedades de material, a serem produzidas no componente acabado. Assim, para produzir uma zona especialmente temperada no componente acabado, a velocidade de conformação pode, consoante à invenção, ser selecionada de tal maneira que a zona em questão estabelece contato com o segmento, acentuadamente resfriado da ferramenta, dentro de um espaço de tempo mais rápido possível. Inversamente, a velocidade de conformação será, por exemplo, reduzida quando uma determinada zona do componente deve esfriar com especial lentidão, a fim de ali ser produzida uma textura mais macia.

[0012] A conformação controlada de determinadas zonas, nas quais existem especiais propriedades de material no componente construído de chapa acabado, poderá, adicionalmente, ser reduzida pelo fato de que durante a conformação, é exercida uma força de retenção regulada sobre um segmento marginal do elemento de chapa, na dependência da velocidade de conformação.

[0013] Basicamente, adaptam-se, para o emprego do processo consoante à invenção, todos os elementos de chapa de materiais metálicos, cuja estrutura se altere no aquecimento ou esfriamento. De

modo especialmente vantajoso pode-se empregar o processo consoante à invenção para elementos de chapa que consistem em aço. Precisamente no caso de elementos de chapa produzidos de material de aço, as vantagens da invenção podem ser empregadas de modo especialmente acertado.

[0014] Uma configuração especialmente vantajosa da invenção, sob um ponto de vista de produção técnica, se caracteriza pelo fato de que o elemento de chapa, empregado como produto de partida no processo preconizado pela invenção, é um recorte plano de chapa. Nesta variante do processo consoante à invenção, diferente do que sucede no estado da técnica, um segmento de chapa plano, ainda não conformado, é ajustado para a respectiva temperatura de conformação, a partir da qual podem ser logradas as propriedades de material diversificadas da chapa e a serem produzidas no decurso do subsequente processo conformador. Em seguida, o elemento de chapa aquecido será conformado, de modo final, na ferramenta de conformação, à semelhança de um processo de repuxamento profundo. Simultaneamente, se produz na ferramenta de conformação o tratamento controlado, local e limitado, de resfriamento, ou seja, aquecimento das zonas do elemento de chapa, nas quais devem ser obtidas as propriedades especiais. Como resultado, com economia de ao menos uma sequência de trabalho completa, sempre necessária conforme o estado da técnica inicialmente abordado, ou seja, a sequência da conformação, obter-se-á um componente formado e final de chapa, apresentando regiões precisamente determinadas, localizadas e limitadas, com propriedades de material especiais, diferenciadas em relação a áreas adjacentes do componente acabado, como seja maior têmpera.

[0015] Uma outra vantagem do procedimento consoante à invenção reside em que os componentes se adaptam especialmente para processamento de elementos de chapa, apresentando zonas de es-

pessura variável. Precisamente na conformação desses elementos de chapa, a invenção viabiliza a configuração das zonas visadas, localizadas e limitadas, com determinadas propriedades de material que permitam adequar a velocidade de conformação e a respectiva têmpera da ferramenta para a espessura desigual do elemento de chapa, sendo obtido um resultado de trabalho otimizado. Isto terá efeito especialmente vantajoso quando o elemento de chapa for composto de segmentos de chapa diversos, inteiriças, unidos especialmente por solda. Tais elementos de chapa são comumente designados, em Inglês, de tailored blanks. São constituídas, por exemplo, de peças de chapa, cuja espessura ou propriedade de material, como têmpera e ductilidade, são ajustados às cargas, às quais está exposto o produto, resultante do chamado tailored blank, no emprego prático.

[0016] No caso da ferramenta de conformação, pode-se tratar de qualquer tipo de ferramenta, a qual, considerada a respectiva perfilação do componente a ser construída, está apta a exercer as necessárias forças de conformação e prensagem sobre o elemento de chapa respectivamente conformado. Para este fim, adaptam-se especialmente aquelas ferramentas de conformação que apresentarem uma matriz e uma cunha, ajustável na matriz para o efeito da conformação.

[0017] O processo preconizado pela invenção adapta-se, especialmente, para a produção de componentes de carroçarias, as quais, no uso prático, estão sujeitas a solicitações cambiantes. Assim, com o procedimento consoante à presente invenção, de maneira especialmente satisfatória pode-se produzir encaixes para amortecedores, nos quais, especialmente na região do topo do amortecedor, são exigidas altos índices de resistência, enquanto que na região dos flancos dos encaixes são necessários maiores índices de ductilidade. Por meio da invenção, pode ser produzido, de forma controlada, na região topo do amortecedor, uma textura martensítica pura, especialmente resistente,

sendo esta região esfriada rapidamente com elevada velocidade de esfriamento, por ocasião da conformação consoante à invenção. Por um contato de retardo de tempo da ferramenta com os demais componentes do encaixe do amortecedor, é possível produzir naquele ponto, igualmente de modo controlado, uma textura mista bainítica, perlítica, ferrítica, que atende de forma ótima à ductilidade, ou seja, resistência exigida em cada caso.

[0018] Um outro emprego especialmente vantajoso do processo preconizado pela invenção, é a produção de importantes componentes de veículos para oferecerem resistência em caso de choques, e que, nesta hipótese, precisam ter uma alta capacidade de assimilação de energia, apresentando, simultaneamente, uma resistência ótima. Nesta hipótese, a invenção possibilita, por aquecimento controlado da ferramenta da conformação, configurar zonas em determinados segmentos no componente acabado, nas quais são garantidas dilatações residuais especialmente altas.

[0019] A seguir, a invenção será explicitada com base em um desenho, representando um exemplo de execução. As figuras apresentam, esquematicamente:

[0020] Figura 1 – uma ferramenta de conformação em uma primeira posição de operação, em vista de corte;

[0021] Figura 2 – a ferramenta de conformação em uma segunda posição de serviço, em vista de corte;

[0022] Figura 3 – a ferramenta de conformação em uma terceira posição de serviço, em vista de corte;

[0023] Figura 4 – a ferramenta de conformação em uma quarta posição de serviço, em vista de corte;

[0024] Figura 5 – um componente produzido na ferramenta de conformação.

[0025] A ferramenta de conformação 1 é configurada à semelhan-

ça de um dispositivo de repuxamento profundo, apresentando uma matriz 2, posicionada fixamente. Na matriz 2 está perfilado um recorte 3, que reflete a forma externa do componente B a ser produzido e que compõe um perfil.

[0026] Além disso, a ferramenta de conformação 1, abrange uma cunha 4, a qual determina o formato interno do componente B a ser produzido. Através de um conjunto de ajuste não mostrado, a cunha 4, poderá ser movida a partir de uma posição de partida, Figura I, distanciada da matriz 2, até a sua posição final, na qual está completamente introduzida no recorte 3 da matriz 2 (Figura 3). O conjunto de ajuste abrange uma unidade de comando que controla a velocidade, com a qual a cunha 4 penetra no recorte 3 da matriz 2.

[0027] A cunha 4, possui formato básico trapezoidal na sua seção transversal, possuindo uma face frontal 5 e faces laterais 6,7 obliquamente convergentes para a face frontal 5. A cunha 4 é sustentada por um suporte 8 com ela unido de forma inteiriça, cujas regiões marginais 9,10 laterais se salientam, à semelhança de um colar, em sentido lateral sobre as faces laterais 6,7 da cunha 4 em sua borda superior. As faces marginais inferiores 11,12 das regiões marginais 9,10 encontram-se, no caso, horizontalmente alinhadas e em sequência às faces laterais 6,7 da cunha 4.

[0028] Na ferramenta de conformação 1, no exemplo de execução aqui abordado, são trabalhados elementos de chapa planos E, não pré-conformados, os quais, à semelhança dos chamados tailored blanks são compostos de duas seções de chapa T1, T2, soldados entre si e consistindo em material de aço. Para fins de redução de peso, a primeira seção de chapa 1 é configurada mais delgada do que a segunda seção de chapa T2.

[0029] Na região de sua face frontal 5, que na introdução no recorte 3 da matriz 2 estabelece o primeiro contato com a seção de chapa

E, são conformados canais de resfriamento 13 na cunha 4. Os canais de esfriamento 13 fazem parte de um primeiro conjunto de têmpera, não mostrado mais detalhadamente, sendo configurado como conjunto de resfriamento. Na dependência do respectivo grau de resfriamento necessário, os canais de resfriamento 13 são atravessados por água, água gelada, uma solução salina bem refrigerada, nitrogênio líquido ou por um outro frigorígeno, adequado para a rápida convecção de grandes quantidades de calor.

[0030] Na seção mais espessa da seção de chapa T2 da região de transição alocada ao elemento de chapa E, na qual uma face lateral 7 da cunha 4 converge na face marginal 12 inferior limítrofe do suporte 8, encontram-se na cunha 4 serpentinas de aquecimento 14 de um segundo conjunto de têmpera, configurado como conjunto de aquecimento e também não apresentado em detalhes.

[0031] Da mesma maneira, na matriz 2, na região da face lateral 15 do recorte 3, alocada à face lateral 6 da cunha 4, são conformados canais 16 de um terceiro conjunto de têmpera, aqui também não representado com maiores detalhes. Pelos canais 16 do conjunto de têmpera é transportado óleo de refrigeração, que produz um resfriamento moderado da matriz nesta região.

[0032] Para a produção do componente B, o elemento de chapa E será aquecido, inicialmente para temperatura de austenitização em um forno aqui não mostrado. Em seguida, o elemento de chapa E será introduzido na ferramenta de conformação 1, de maneira que se apoia com a sua borda no lado superior da matriz 2. Caso isto venha a ser necessário para a posterior conformação do elemento de chapa E, a ser realizada na ferramenta de conformação 1, serão agora aplicados fixadores não mostrados, que fixam o elemento de chapa E na sua região marginal durante a subsequente conformação. A força de fixação, exercida pelo fixador, pode ser regulada na dependência da respectiva

velocidade de conformação, a fim de viabilizar o fluxo seqüencial otimizado do material do elemento de chapa 4 dentro do corte 3.

[0033] Em seguida, a cunha 4 será posicionada com elevada velocidade sobre o elemento de chapa 4, de maneira que o lado frontal 5, fortemente resfriado, da cunha 4 estabelece contato rápido e intensivo com o segmento de superfície E1 do elemento de chapa E a ele alocado. Desta maneira, o elemento de chapa E será tão bruscamente resfriado no seu segmento E1 que ali se forma uma zona com uma dureza que é superior à dureza dos outros segmentos E2 e E3 do elemento de chapa E, limítrofes ao segmento E1.

[0034] Finalmente, será reduzido o avanço da cunha 4, especialmente para não produzir um resfriamento nos segmentos E2 e E3 que poderia resultar na formação de texturas duras. No caso, especialmente na região das serpentinhas de aquecimento 14 verifica-se somente um convecção térmica reduzida através da cunha 4, de maneira que nas regiões dos elementos de chapa E, que estabelecem contato com esta região da cunha 4, permanece preservada uma textura mais macia e dúctil. Nas regiões que são refrigeradas apenas de forma moderada pelo óleo de refrigeração que flui através dos canais I6, na conformação no segmento E2 do elemento de chapa E, forma-se uma zona na qual o segmento E1 temperado converge, progressivamente, em uma zona mais macia e flexível do componente B acabado.

[0035] Depois de a cunha 4 haver sido completamente introduzida no encaixe 3 da matriz 2, tendo ali prensado o elemento de chapa 4 em caráter final, de tal forma que adquiriu o formato final do componente B a ser produzido, a cunha 4 retorna para a sua posição de partida. Baseado no fato de que, em consequência do resfriamento, o elemento de chapa E se contraiu, o componente B acabado fica ainda retido na cunha 4, de maneira que pode ser facilmente retirado da matriz 2, podendo, em seguida, ser separado da cunha 4.

[0036] O componente B, de tal forma produzido pela conformação do elemento de chapa E, apresenta uma primeira Zona Z1 uma dureza que é superior à dureza das zonas Z2 e Z3, limítrofes do componente B. À zona Z3 segue-se uma zona Z4, de dureza nitidamente menor, porém com maior ductilidade. Esta zona Z4 corresponde à região do elemento de chapa E que durante a conformação as região das serpentinas de aquecimento 14 foi apenas resfriada em reduzida extensão. A zona Z2 corresponde à região do elemento de chapa E, o qual, durante a conformação, foi apenas moderadamente resfriado na região da face lateral 15 da matriz 2 e apresenta, correspondentemente, uma dureza média.

RELAÇÃO NUMÉRICA DOS COMPONENTES

- 1 Ferramenta de conformação
 - 2 Matriz
 - 3 Recorte
 - 4 Cunha
 - 5 Face frontal da cunha 4
 - 6,7 Faces laterais da cunha 4
 - 8 Suporte
 - 9,10 áreas marginais laterais do suporte 8
 - 11,12 faces marginais inferiores das regiões marginais 9,10
 - 13 canais de refrigeração
 - 14 serpentinas de aquecimento
 - 15 face lateral do recorte 3
 - 16 canais
 - B componente
 - E elemento de chapa
- E1,E2,E3 segmentos do elemento de chapa E
 TI, T2 seções de chapa do elemento de chapa E
 Z1,Z2, Z3,Z4 zonas do componente B.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a produção de um componente de metal (B) com zonas (Z1, Z2, Z3) adjacentes com propriedades de material diferentes, no qual um elemento de chapa (E), aquecido para uma temperatura de conformação, é conformado em uma ferramenta de conformação (1) para um componente conformado em caráter final (B), sendo que a ferramenta de conformação (1) possui um conjunto de ajuste de temperatura, para regulagem da temperatura ao menos de um de seus segmentos (5, 7, 16) que durante a conformação entra em contato com o elemento de chapa (E), caracterizado por a confecção de um componente pronto com zonas de propriedades de material diferentes durante o processo de conformação a velocidade da conformação, considerando a duração, com a qual o segmento (5, 7, 16) da ferramenta de conformação (1), com sua temperatura regulada, fica em contato com a região adjacente (E1, E2, E3) do elemento de chapa (E) que possui regiões de espessura variável (T1, T2) é controlada, de tal forma, que já durante o processo de conformação ocorrem os trechos do componente com propriedades de material diferentes.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de chapa (E) consiste em aço.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o elemento de chapa (E) é um recorte plano de chapa.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o elemento de chapa é composto de diferentes seções de chapa (T1, T2), de material interligado.

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a temperatura de conformação corresponde a uma temperatura de dureza, a partir da qual, duran-

te um resfriamento, forma-se uma textura dura no elemento de chapa (E).

6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a ferramenta de conformação (1) possui uma matriz (2) e uma cunha (4) a qual, para a conformação, pode ser posicionada dentro de um recorte (3) da matriz (2).

1/3

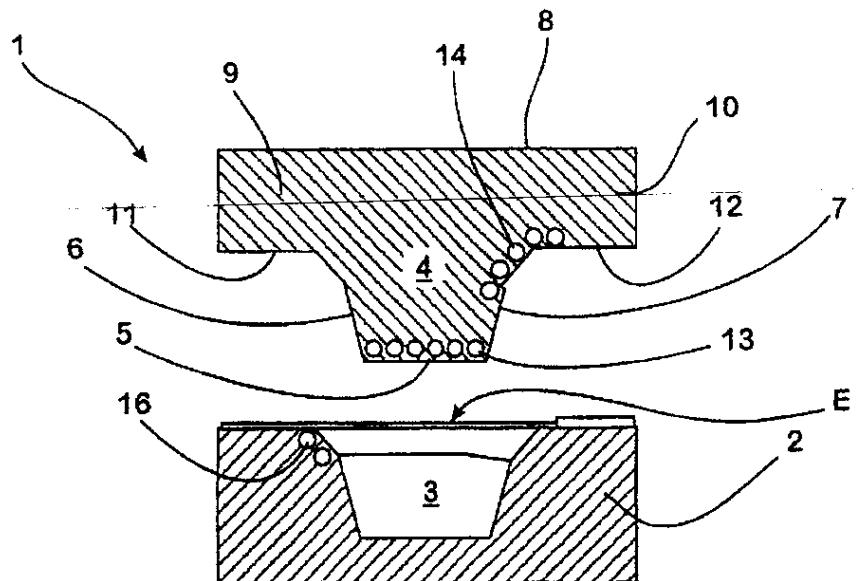


Fig. 1

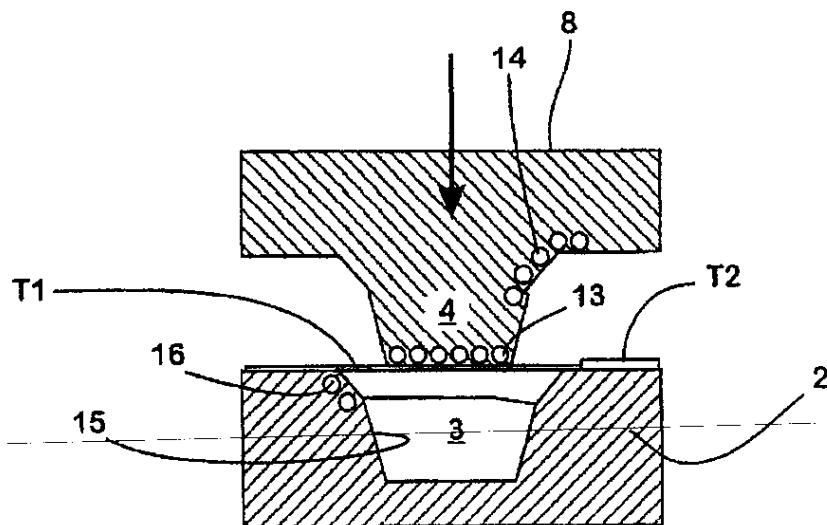


Fig. 2

2/3

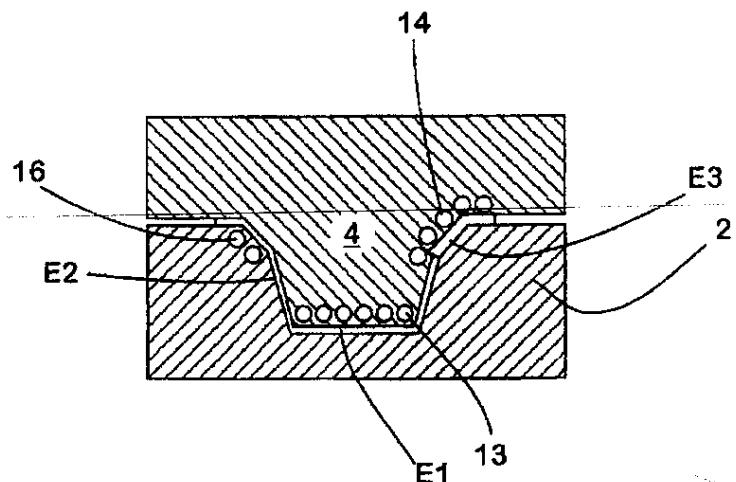


Fig. 3

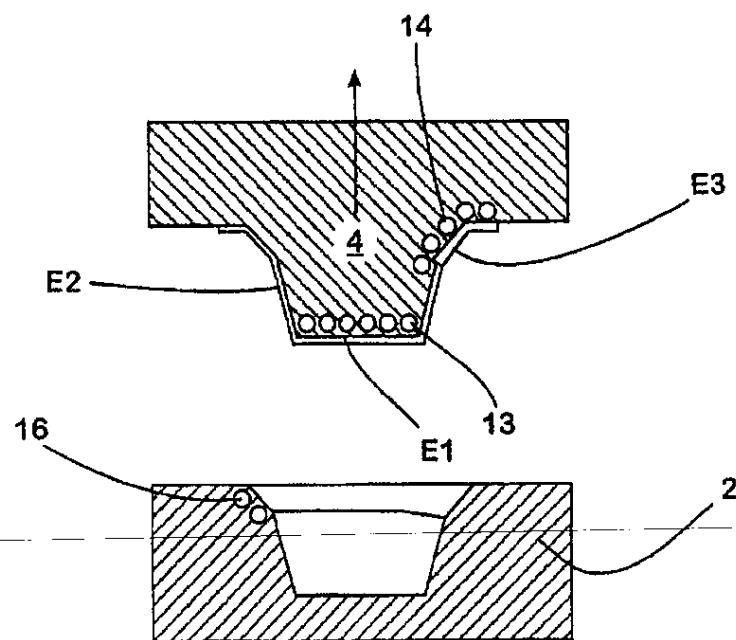


Fig. 4

3/3

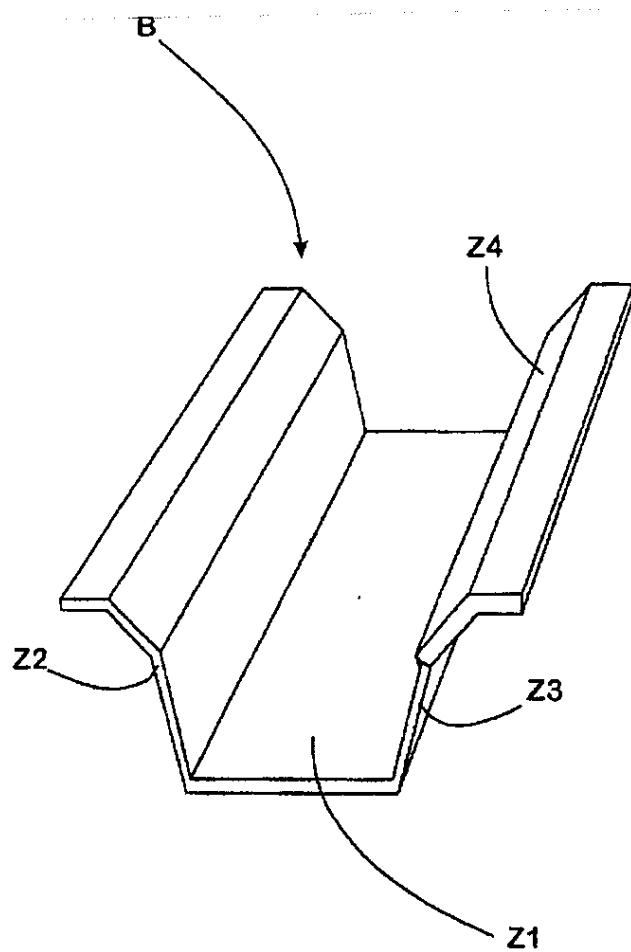


Fig. 5