



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

**(11) PI 0713581-5 B1**



**(22) Data do Depósito: 19/06/2007**

**(45) Data de Concessão: 22/04/2020**

**(54) Título:** REBITE DE PUNÇÃO, MATRIZ E PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UMA LIGAÇÃO POR REBITE DE PUNÇÃO

**(51) Int.Cl.:** B21J 15/02; F16B 19/08; B21J 15/34.

**(30) Prioridade Unionista:** 21/06/2006 DE 10 2006 028 537.9.

**(73) Titular(es):** SUMANJIT SINGH.

**(72) Inventor(es):** SUMANJIT SINGH; WOLFGANG WENZL.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2007005376 de 19/06/2007

**(87) Publicação PCT:** WO 2007/147551 de 27/12/2007

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 18/12/2008

**(57) Resumo:** REBITE DE PUNÇÃO E MATRIZ. A presente invenção refere-se a um rebite de punção e a uma matriz para a produção de uma ligação por rebite. O rebite de punção é caracterizado por geometrias especiais de base do rebite e da cabeça inferior. Na área da base do rebite, a superfície externa do corpo e a superfície interna do corpo estão ligadas através de um pequeno raio radial externo e de um raio radial interno maior, os quais passam tangencialmente um pelo outro. O ângulo que a tangente comum forma com um plano radial fica na faixa de 10° 20°. A matriz está adaptada, de preferência, ao reite de punção descrito, todavia, também pode ser empregada em ligação com rebites de punção tradicionais.

**Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "REBITE DE PUNÇÃO, MATRIZ E PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UMA LIGAÇÃO POR REBITE DE PUNÇÃO".**

[0001] A presente invenção refere-se a um rebite de punção e matriz, que pode ser executado como simples rebite ou também como elemento de função como, por exemplo, pino de punção ou porca de punção. Em particular, a invenção refere-se a um rebite de punção na forma de um rebite de punção semi-oco ou rebite de punção oco para a produção de uma ligação por rebite de punção com uma ou várias partes de junção em forma de placa (chapas). Além disso, a invenção refere-se a uma matriz, que pode ser usada na produção da ligação por rebite de punção. A matriz, de preferência, está adaptada, de forma especial, à geometria do rebite de punção, todavia, também pode ser empregada em ligação com rebites de punção tradicionais.

[0002] A rebitagem de punção como processo de junção tem adquirido significado crescente no passado mais recente. Um parâmetro importante para o processo de junção, bem como para a qualidade de ligação da ligação por rebite de punção é a geometria do rebite de punção. No estado da técnica são conhecidas inúmeras geometrias diferentes do rebite de punção, veja, por exemplo, as patentes EP 0 720 695, EP 1 064 466, EP 1 229 254, EP 1 387 093, DE 44 31 769, DE 203 19 610 U1, DE 200 01 103 U1, US 2004/0068854 A1, JP 2001 159409A, JP 093317730A entre outras.

[0003] O rebite de punção, de acordo com a patente EP 0 720 695 mencionada acima, que normalmente é designado como rebite em C, é empregado em grande extensão na indústria de veículos automotores, mas também em outras áreas técnicas. Trata-se de um rebite de punção semi-oco com uma cabeça do rebite e um corpo do rebite com um furo do corpo central, dos quais a cabeça do rebite tem um lado superior plano e uma superfície externa da cabeça cilíndrica, e o corpo do rebite

tem uma superfície externa do corpo cilíndrica e uma superfície interna do corpo cilíndrica, que limita o furo do corpo central. A superfície externa da cabeça cilíndrica e a superfície externa do corpo cilíndrica estão ligadas entre si diretamente através de um raio relativamente grande. Na área da base do rebite de punção, o furo do corpo central é executado como cone, sendo que os flancos do cone devem ser ligeiramente abaulados de acordo com indicações nessa publicação. Deste modo, no contexto das possibilidades dadas na técnica de produção, quase é conseguido um "canto agudo" na borda externa do corpo do rebite, que na prática, em geral, é um pouco chanfrado. De acordo com as indicações nessa publicação, o ângulo de abertura do cone pode ficar entre 25° e 120°.

[0004] No caso da forma de rebites de punção, partiu-se no estado da técnica, normalmente, do chamado comportamento de "Pierce-and-Roll" dos rebites de punção. "Pierce-and-Roll" significa que o rebite de punção é expandido (roll), se possível, logo depois da penetração (pierce) na chapa inferior, a fim de obter uma expansão maior possível e, com isso, obter um corte traseiro maior possível do rebite de punção na ligação por rebite de punção. Essas considerações levaram a geometrias do rebite como, por exemplo, aquelas do rebite em C e a matrizes correspondentes, por exemplo, com pino.

[0005] Embora na prática o rebite em C tenha se comprovado como bem-sucedido, são desejáveis outros aperfeiçoamentos como, por exemplo, um comportamento de suporte da ligação por rebite de punção, e uma rentabilidade aperfeiçoada do processo de junção.

[0006] À presente invenção cabe a tarefa de criar um rebite de punção para a produção de uma ligação por rebite de punção com uma ou várias partes de junção, que permita uma otimização do comportamento de suporte da ligação por rebite de punção, bem como um processo de junção particularmente rentável, em particular, através

da redução das exigências quanto à resistência e à dureza do material do rebite de punção, e uma redução das forças de fixação necessárias para o processo de junção. Além disso, deve ser criada uma matriz apropriada para isso, que esteja adaptada, de preferência, à geometria do rebite de punção executado de acordo com a invenção, contudo, também que possa ser empregado em ligação com outras geometrias de rebite.

[0007] Rebites de punção de acordo com a presente invenção para a solução dessa tarefa estão definidos nas reivindicações de patente 1 e 2.

[0008] O rebite de punção executado de acordo com a invenção é caracterizado, em particular, por uma geometria especial da base do rebite e por uma geometria especial da cabeça inferior, como as que resultam das reivindicações de patente 1 e 2.

[0009] De acordo com a solução da reivindicação de patente 1, a superfície externa do corpo e a superfície interna do corpo na extremidade da base do rebite estão ligadas através de um primeiro raio  $R_1$ , radial externo, e de um segundo raio  $R_2$ , radial interno, que passam tangencialmente um pelo outro. A tangente comum de  $R_1$  e  $R_2$  forma um ângulo  $\alpha$  de  $10^\circ \pm 20^\circ$  com um plano radial do rebite de punção. O primeiro raio  $R_1$  que passa tangencialmente na superfície externa do corpo ou é substituído por uma aresta de comprimento correspondente é  $0,3 \pm 0,2$  mm, e o segundo raio  $R_2$ , que passa tangencialmente na superfície interna do corpo é  $(0,7 \text{ a } 1,2) (d_N - d_i)/2$ , em particular,  $(0,8 \text{ a } 1,0) (d_N - d_i)/2$ . O fator  $(0,7 \text{ a } 1,2)$  ou  $(0,8 \text{ a } 1,0)$  é escolhido maior aumentando, de preferência, com o  $R_1$  que se torna maior.

[0010] Caso com os raios  $R_1$  e  $R_2$  escolhidos dentro das faixas de valor indicadas resulte que nenhum segundo raio  $R_2$  possa ser encontrado, que tangencie tanto o primeiro raio  $R_1$ , como também a superfície interna do corpo, de acordo com a solução alternativa da

reivindicação 2, entre o segundo raio  $R_2$  e a superfície interna do corpo está previsto um terceiro raio  $R_3$  que passa tangencialmente tanto no segundo raio  $R_2$ , como também na superfície interna do corpo, e que é de  $0,8 \pm 0,4$  mm. O ângulo  $\alpha$  entre a tangente comum de  $R_1$ ,  $R_2$  e um plano radial do rebite de punção deve ser escolhido, então, na faixa de  $5^\circ \pm 10^\circ$ .

[0011] A geometria na área da cabeça inferior da cabeça do rebite de punção nas duas soluções é caracterizada pelo fato de que a superfície externa da cabeça e a superfície externa do corpo estão ligadas através de uma aresta da cabeça inferior cônica ou ligeiramente curvada e de um raio da cabeça inferior, das quais o raio da cabeça inferior passa tangencialmente tanto na aresta da cabeça inferior, como também na superfície externa do corpo. No caso de uma aresta da cabeça inferior cônica, a da cabeça inferior forma um ângulo  $\beta$  de  $25^\circ \pm 10^\circ$ , em particular,  $25^\circ \pm 7^\circ$ , com um plano radial do rebite de punção. No caso de uma aresta da cabeça inferior ligeiramente curvada vale para o raio de curvatura  $R_7 \geq 2,0$ .

[0012] A geometria do rebite de punção de acordo com a invenção significa um abandono do "Pierce-and-Roll" esclarecido anteriormente do rebite de punção.

[0013] Como ainda será esclarecido, em mais detalhes, com auxílio das figuras, a presente invenção parte do reconhecimento que, adicionalmente aos critérios de qualidade do corte traseiro da seção do rebite de punção expandido e da espessura mínima axial da parte de junção (chapa) do lado da matriz, na base do rebite devem ser empregados outros critérios de qualidade da ligação por rebite de punção para a obtenção de um comportamento de suporte otimizado. Neste caso, como ainda será esclarecido em mais detalhes com auxílio das figuras, se trata do denominado comprimento de encaixe L (encaixa entre a superfície externa da base do rebite e a parte de junção no lado

da matriz) da denominada profundidade de suporte T (componentes axiais do comprimento de encaixe L) e da espessura radial  $t_{NF}$  da parte de junção no lado da matriz.

[0014] A geometria do rebite de acordo com a invenção foi escolhida de tal modo que o comprimento de encaixe L, a profundidade de suporte T e a espessura radial  $t_{NF}$  da ligação por rebite de punção são maximizados. A consideração, neste caso, é que o comportamento de suporte da ligação por rebite de punção pode ser aperfeiçoado, se uma maximização do corte traseiro da seção do rebite de punção expandido for abandonada em favor de um "fecho devido à força" aperfeiçoado entre o corpo do rebite e a parte de junção (chapa) do lado da matriz. Um "fecho devido à força" aperfeiçoado resulta devido a uma ampliação das seções transversais e superfícies externas do rebite de punção que se encontram encaixadas, por um lado, e das partes de junção, por outro lado, pelo que a carga específica das áreas transmissoras de força é minimizada. Além disso, isso leva a uma redução das tensões de pressão radiais, de tal modo que na carga externa da ligação por rebite de punção o tamanho das tensões totais que resultam da reflexão permanece nos limites. Em virtude da maximização obtida através da invenção do comprimento de encaixe L, da profundidade de suporte T e da espessura  $t_{NF}$  mediante corte traseiro suficiente da ligação por rebite de punção expandida e da espessura parcial de junção axial mínima  $t_{min}$  a compressão de superfície entre o rebite de punção e as partes de junção é reduzida, o que, por sua vez, melhora a rigidez e a resistência à fadiga da ligação por rebite de punção. A geometria da base do rebite de acordo com a presente invenção leva, além disso, ao fato de que, durante o processo de junção do rebite de punção, a parte de junção no lado do punção passa, em essência, em um processo de corte, e que o corpo do rebite só é expandido durante a passagem para a parte de junção no lado da

matriz. Neste caso, vem a ocorrer um deslizamento com pouca resistência da base do rebite ao longo das partes de junção. Essas circunstâncias levam a uma minimização da força de assentamento necessária, o que, por sua vez, tem como consequência que as exigências quanto a dureza e a resistência do material do rebite de punção são claramente reduzidas, e a fabricação e o processamento dos rebites de punção tornam-se mais simples e essencialmente mais econômicos.

[0015] Em outra forma de execução da invenção está prevista uma matriz dimensionada de modo especial para o rebite de punção executado de acordo com a invenção. Uma matriz executada de acordo com a invenção está definida na reivindicação 19. De acordo com isso, para o diâmetro da matriz vale:

$$D_M = d_N + (0,6 \text{ a } 1,5) 2t_M, \text{ em particular, } d_N + (0,7 \text{ a } 1,2) 2t_M$$

[0016] para partes de junção de um material de boa capacidade de deformação, em particular, de uma liga plástica, e

$$D_M \leq 2,2 d_N$$

[0017] para partes de junção de um material fundido ou de outro material com menor capacidade de deformação, sendo que,  $d_N$  é o diâmetro externo do corpo, do corpo do rebite e  $t_M$  é a espessura da parte de junção no lado da matriz. A profundidade  $T_M$  para partes de junção de um material de boa capacidade de deformação se situa, de preferência, na faixa  $T_M = (1,0 \text{ a } 2,5) t_M$ , em particular,  $T_M = (1,1 \text{ a } 2,2) t_M$ . A profundidade  $T_M$  para partes de junção de materiais com menor capacidade de deformação é, de preferência,  $\leq 0,15 D_M$  e/ou  $\leq t_M$ .

[0018] Dessas fórmulas resulta que o diâmetro da matriz é menor que no estado da técnica. O diâmetro da matriz menor, por sua vez, favorece a redução almejada da expansão do corpo do rebite.

[0019] De acordo com a reivindicação 20, uma matriz executada de acordo com a invenção é caracterizada pelo fato de que a matriz

apresenta uma cavidade central no fundo da matriz, que no processo de junção providencia o alívio de pressão durante o processo de junção.

[0020] O rebite de punção executado de acordo com a invenção é apropriado, em particular, para a junção de partes de junção de aços altamente resistentes, em particular, de aços de AHSS, bem como, de aços austeníticos de metal estável como, por exemplo, H400. Em princípio, contudo, o rebite de punção é apropriado para a junção de partes de junção de quaisquer materiais, inclusive de material sintético. O rebite de punção pode ser constituído de materiais tradicionais, sendo que, todavia, como mencionado, a dureza e a resistência do material podem ser nitidamente menores que no estado da técnica. A redução possibilitada pela invenção das forças de fixação necessárias e o aperfeiçoamento considerável do comportamento de suporte possibilitam, por exemplo, que com a geometria do rebite solicitada até mesmo os rebites de ligas de alumínio como, por exemplo, AlMgSil T6/T7, sejam apropriados para a rebitagem de peças semi-acabadas de alumínio.

[0021] O rebite de punção executado de acordo com a invenção pode ser um rebite de punção semi-oco (no qual o furo do corpo central é um furo cego), ou um rebite de punção oco (no qual o furo do corpo central é um furo contínuo). No caso do rebite de punção pode se tratar de um rebite puro, ou também de um elemento de função, em particular, um pino de rebite ou uma porca de rebite.

[0022] O corpo do rebite pode ter uma superfície externa do corpo cilíndrica, ou também uma superfície externa do corpo com acanaladura axial. A acanaladura axial serve como segurança contra torção durante o processo de junção, em particular, quando o rebite de punção é executado como elemento de função. A acanaladura axial da superfície externa do corpo não necessita de quaisquer forças de junção adicionais. Isto é de grande vantagem em relação às acanaladuras em

formato de estrela sob a cabeça do rebite, como as que são conhecidas do estado da técnica.

[0023] Se o rebite de punção for executado como elemento de função, ele também pode ser empregado em ligação com uma parte de junção (chapa) individual.

[0024] A cabeça do rebite é executada, de preferência, como cabeça embutida. Dependendo do caso de aplicação, todavia, também pode ser empregada uma cabeça plana.

[0025] Outras execuções e aperfeiçoamentos vantajosos da invenção, características e possibilidades de aplicação da presente invenção estão definidos nas reivindicações de patente dependentes.

[0026] Com auxílio dos desenhos serão esclarecidas outras particularidades da invenção, bem como, formas de execução preferidas da invenção. São mostradas:

[0027] Fig. 1 um corte axial de um rebite de punção executado de acordo com a invenção;

[0028] Figura 2 um meio corte axial através de uma ligação por rebite de punção pronta, para a ilustração de determinados critérios de qualidade da ligação por rebite de punção;

[0029] Figuras de 3 a 6 representações esquemáticas de um processo por rebite de punção em diferentes fases de operação;

[0030] Figura 7 uma representação em corte de uma parte de uma matriz modificada;

[0031] Figura 8 um corte axial através de uma forma de execução variada do rebite de punção;

[0032] Figura 9 uma seção transversal na direção de vista das setas IX-IX na figura 8.

[0033] Com auxílio da figura 1 será descrito um exemplo de execução concreto de um rebite de punção semi-oco executado de acordo com a invenção.

[0034] Com referência a um eixo central X, o rebite de punção 2 é executado com rotação simétrica, e é constituído de uma cabeça do rebite 4, e de um corpo do rebite 6 com um furo do corpo central 8, que é executado como furo cego. A cabeça de rebite 4 tem um lado superior plano 10 e uma superfície externa da cabeça 12 cilíndrica. A superfície externa da cabeça 12 tem um diâmetro  $d_K$  e uma altura axial  $H_K$ .

[0035] O corpo do rebite 6 tem uma superfície externa do corpo 14 cilíndrica e uma superfície interna do corpo 16 cilíndrica, que limitam o furo do corpo central 8. A superfície externa do corpo 14 cilíndrica tem um diâmetro externo do corpo  $d_N$  e a superfície interna do corpo cilíndrica tem um diâmetro interno do corpo  $d_i$ .

[0036] A superfície externa da cabeça 12 está ligada com a superfície externa do corpo 14 através de uma aresta da cabeça inferior 18 e de um raio  $R_4$ , (sob o conceito "raio", no contexto em questão deve ser entendido uma superfície anular, que tem a forma de um arco circular com o raio  $R$  em uma seção axial).

[0037] O raio  $R_4$  passa tangencialmente tanto na aresta da cabeça inferior 18, como também na superfície externa do corpo 14, enquanto que a aresta da cabeça inferior 18 (por exemplo, através de um raio ou de um canto agudo) está diretamente adjacente à superfície externa da cabeça 12. A aresta da cabeça inferior 18 forma com um plano radial do rebite de punção 2 um ângulo  $\beta$ .

[0038] Na extremidade da base do rebite, a superfície externa do corpo 14 está ligada com a superfície interna do corpo 16 através de um primeiro raio  $R_1$ , com o ponto médio  $M_1$ , e de um segundo raio  $R_2$ , com o ponto médio  $M_2$ , bem como, eventualmente, através de um terceiro raio  $R_3$ . O raio  $R_1$  passa tangencialmente tanto na superfície externa do corpo 14, como também no segundo raio  $R_2$ . O segundo raio  $R_2$  passa tangencialmente ou diretamente na superfície interna do corpo 16 ou no terceiro raio  $R_3$  que, por sua vez, passa tangencialmente na superfície

interna do corpo 16.

[0039] Como pode ser visto claramente na figura 1, o raio  $R_1$  é substancialmente menor que o raio  $R_2$ . A tangente comum Tan dos raios  $R_1$  e  $R_2$  que está perpendicular à ligação dos pontos médios  $M_1$  e  $M_2$  forma um ângulo  $\alpha$  com um plano radial E do rebite de punção 2.

[0040] Na extremidade da cabeça do rebite, o furo do corpo 8 apresenta uma superfície de fundo 24 cônica de um ângulo do cone  $\gamma$ , que está ligada com a superfície interna do corpo 16 através de um raio externo do furo do corpo  $R_5$  e na área do eixo central X termina em um raio  $R_6$ . O furo do corpo 8 tem uma profundidade do furo do corpo  $t_B$  que é medida desde a extremidade da base do rebite até o ponto, no qual os prolongamentos imaginados da superfície de fundo 24 cônica e a superfície interna do corpo 16 se cortam. A espessura da cabeça do rebite 12 no eixo central X está designada com  $D_K$ .

[0041] Agora, antes que seja aprofundado nas áreas de valor concreto das grandezas que definem a geometria do rebite de punção de acordo com a invenção, com referência à figura 2 são esboçadas as considerações básicas que levaram à presente invenção. Como já foi esclarecido no início, no estado da técnica, mediante a avaliação de uma ligação por rebite de punção pronta, por um lado, foi empregado o corte traseiro H da seção do corpo do rebite expandido e, por outro lado, a espessura mínima  $t_{min}$  axial da parte de junção 26 no lado da matriz (chapa) como critério de qualidade. Em princípio, estava-se empenhado em fazer o corte traseiro H e a espessura mínima  $t_{min}$  tão grande quanto possível.

[0042] Em oposição a isso, a presente invenção parte da consideração que, adicionalmente ao corte traseiro H e à espessura mínima  $t_{min}$ , o comprimento de encaixe L, a profundidade de suporte T e a espessura radial da parte de junção (chapa) que envolve a base do rebite são critérios de qualidade essenciais da ligação por rebite de

punção. Como se depreende da figura 2, no caso do comprimento de encaixe L, entre o lado externo do corpo do rebite 6 e a parte de junção 26 no lado da matriz, a profundidade de suporte T é o componente axial do comprimento de encaixe L. A espessura radial  $t_{NF}$  da parte de junção 26 no lado da matriz que envolve a base do rebite é medida no ponto mais extremo da base do rebite.

[0043] De acordo com o ensinamento da presente invenção, em princípio, é almejado maximizar o comprimento de encaixe L, a profundidade de suporte T e a espessura radial  $t_{NF}$ . Como foi constatado com auxílio de experiências abrangentes, dessa forma, pode ser melhorado e otimizado o comportamento de suporte da ligação por rebite de punção, como ainda será esclarecida com mais precisão a seguir.

[0044] Outras considerações que servem de base à invenção se referem à forma da cabeça do rebite, do corpo do rebite e da matriz empregada para a produção da ligação por rebite, como será esclarecido, do mesmo modo, com mais precisão a seguir.

#### Forma da base do rebite

[0045] A geometria da base do rebite de acordo com o exemplo de execução representado da presente invenção é definida por meio das faixas de valor seguintes:

$$R_1 = 0,3 \pm 0,2 \text{ mm}$$

$$R_2 = (0,7 \text{ a } 1,2) (d_N - d_i)/2, \text{ em particular, } R_2 = (0,8 \text{ a } 1,0) (d_N - d_i)/2$$

$$\alpha = 10^\circ \pm 20^\circ$$

[0046] O raio  $R_1$  pode ser substituído por uma aresta de, por exemplo,  $45^\circ$ , na medida que o comprimento da fase não é maior que a secante do raio  $R_1$  correspondente.

[0047] Essas faixas de valor valem para o caso que o raio  $R_2$  passa diretamente tangencial na superfície interna do corpo 16. Caso dentro

da faixa de valor indicada não possa ser encontrado nenhum raio  $R_2$  que tangencie tanto o raio  $R_1$  como também a superfície interna do corpo 16, o raio  $R_2$  deve ser ligado com a superfície interna do corpo através de um outro raio  $R_3$ . Para  $R_3$  e para o ângulo  $\alpha$  devem ser escolhidas, então, as seguintes faixas de valor:

$$\alpha = 5^\circ \pm 10^\circ$$

$$R_3 = 0,8 \pm 0,4 \text{ mm.}$$

[0048] Se o raio  $R_1$  for menor ou igual a 0,2 mm, então o ângulo  $\alpha = 5^\circ \pm 10^\circ$ . No caso do raio  $R_1$  maior (até 0,4 mm), o ângulo pode ser  $\alpha = 10^\circ \pm 20^\circ$ .

[0049] Um parâmetro essencial da geometria da base do rebite é o ângulo  $\alpha$ , que a tangente comum dos raios  $R_1$  e  $R_2$  forma com o plano radial E do rebite de punção. Como representado, e como resulta das faixas de valor indicadas, o ângulo  $\alpha$  é muito pequeno, e pode ser até mesmo negativo. Isso ilustra que, em oposição ao estado da técnica, de certa forma, a base do rebite é executada obtusa, isto é, não apresenta nenhum gume de canto vivo no sentido estrito. Essas circunstâncias têm uma influência essencial sobre o processo por rebite de punção, e sobre a formação da ligação por rebite de punção, como agora será esclarecido no exemplo de uma ligação por rebite de punção entre duas partes de junção (chapas) com referência às figuras de 3 a 6:

[0050] Durante a rebitagem de punção, as partes de junção 26, 28 a serem juntadas, de modo conhecido, são mantidas entre o lado superior de uma matriz 30 e o lado inferior de um calcador 32. A matriz 30 tem um espaço oco 34, que é limitado por uma superfície do fundo 36, de preferência, em forma de um ressalto (pino), e uma superfície da circunferência 38 cilíndrica. Durante o processo de junção, o rebite de punção 2 é pressionado por um punção (não mostrado) nas partes de junção 26, 28, e neste caso, seções deformadas das partes de junção

26, 28 são deformadas para dentro do espaço oco 34. O rebite de punção punctiona a parte de junção 28 no lado do punção, neste caso, separa um abaulamento 28a da parte de junção 28, e deforma a parte de junção 26 no lado da matriz, sem punctionar essa parte. Deste modo, é formado um tipo de "cabeça de fechamento", de tal modo que as duas partes de junção 26, 28 são mantidas com fecho devido à forma entre a cabeça do rebite 4 e a "cabeça de fechamento".

[0051] A geometria definida anteriormente da base do rebite tem os seguintes efeitos sobre o processo de junção e a formação da ligação por rebite de punção:

[0052] na primeira parte do processo de junção, a base do rebite punctiona a parte de junção 28 no lado do punção, sem deformação excessiva da parte de junção 28. Portanto, em geral se trata de um processo de punção ou de corte puro.

[0053] uma vez que, no caso desse processo de punção, a base do rebite atravessa a parte de junção 28 no lado do punção, em essência, em um processo de corte, a base do rebite e o corpo do rebite não sofrem nenhuma deformação maior. Isso é ilustrado pelas figuras 4 e 5. A conseqüência é que a força de assentamento necessária para o punção da parte de junção 28 no lado do punção é relativamente pequena.

[0054] a base do rebite pressiona, agora, o abaulamento 28a punctionado junto com a parte de junção 26 no lado da matriz para baixo, para o espaço oco 24 da matriz 30 até que a parte de junção 26 inferior encoste-se a uma superfície do fundo 36 da matriz 30.

[0055] se a base do rebite tiver punctionado a parte de junção 28 no lado do punção, a base do rebite "desliza" sobre a superfície do abaulamento 28a radialmente para fora, e axialmente para baixo, de tal modo que o material do abaulamento 28a é pressionado correndo radialmente para dentro do furo do corpo 8, e a parte de junção 26 no

lado da matriz radialmente para fora e é deformada axialmente na direção do fundo da matriz (figuras 5, 6). Neste caso, surge o corte traseiro H (fig. 2). A parte de junção 26 no lado da matriz envolve a base do rebite, sem que a parte de junção no lado da matriz seja afinada demais radialmente e axialmente, ou que seja até cortada.

[0056] Dito de modo conciso, por conseguinte, o processo de junção é caracterizado pelo fato de que a parte de junção 28 no lado do punção é punctionada, em geral, em um processo de corte puro, sem que o corpo do rebite 6 e a parte de junção 28 no lado do punção sejam deformados de modo excessivo, e que o alargamento (expansão) do corpo do rebite 6 só ocorra durante a passagem na parte de junção 26 no lado da matriz. Deste modo é obtido que o comprimento de encaixe  $L$ , a profundidade de suporte  $T$  e a espessura radial  $t_{NF}$  da parte de junção 26 no lado da matriz que envolve a base do rebite sejam maximizados.

[0057] A consequência é que o fecho devido à força (fecho de atrito) entre o corpo do rebite 6 e as partes de junção 26, 28 fornece uma contribuição considerável para o comportamento de suporte. Em particular, deste modo é minimizada a carga específica das áreas transmissoras de força entre o rebite de punção 2 e as partes de junção 26, 28. Além disso, resulta uma redução das tensões de pressão radiais dentro da ligação por rebite de punção, de tal modo que no caso de uma carga externa da ligação por rebite de punção, a soma das tensões externas e internas permanece em limites justificáveis. Além disso, através da maximização de  $L$ ,  $T$  e  $t_{NF}$  com corte traseiro H suficiente e espessura mínima  $t_{min}$  a compressão de superfície entre o rebite de punção 2 e as partes de junção 26, 28 é reduzida, pelo que a rigidez e a resistência à fadiga da ligação por rebite de punção são aperfeiçoadas.

[0058] Uma outra vantagem importante dessa execução da ligação

por rebite de punção, como já foi mencionado, consiste em uma redução significante da força de assentamento necessária para a produção da ligação por rebite de punção. Isso resulta não apenas vantajoso para a forma e a operação da ferramenta de assentamento, mas leva, sobretudo, ao fato de que, as exigências quanto à dureza e à resistência dos rebites de punção são nitidamente reduzidas. Assim, para a produção de uma ligação por rebite de punção entre as partes de junção de materiais predeterminados, são empregados rebites de punção, cuja dureza e resistência são claramente menores que no estado da técnica. Por exemplo, podem ser empregados rebites de ligas de alumínio tradicionais como, por exemplo, AlMgSil para a rebitagem de peças semi-acabadas de alumínio.

[0059] Uma outra vantagem da execução descrita da ligação por rebite de punção consiste no fato de que, são evitadas ou minimizadas fendas entre o rebite de punção, por um lado, e as partes de junção, por outro lado, bem como, entre as partes de junção entre si. Isso junto com as outras propriedades da ligação por rebite de punção resulta vantajoso para o comportamento de suporte e, em particular, para o comportamento de resistência à oscilação da ligação por rebite de punção.

#### Forma da cabeça do rebite

[0060] A forma da base do rebite deve ser vista em ligação com a forma do outro rebite de punção, em particular, da cabeça do rebite, do corpo do rebite e do furo do corpo.

[0061] No exemplo de execução representado, a cabeça do rebite 4 é executada como cabeça embutida com uma aresta da cabeça inferior 18 cônica, que está ligada com a superfície externa do corpo 14 através do raio  $R_4$ , e corta a superfície externa da cabeça 12.

[0062] Para o diâmetro da cabeça  $d_K$  da cabeça do rebite 4 executada como cabeça embutida vale:

$d_K = (1,3 \text{ a } 1,8) d_N$ , em particular,  $d_K = (1,4 \text{ a } 1,65) d_N$ .

[0063] Para o comprimento axial  $H_K$  da superfície externa da cabeça 12 vale:

$H_K = (0,025 \text{ a } 0,2) d_N$ , em particular,  $H_K = (0,025 \text{ a } 0,12) d_N$ .

[0064] Com diâmetro da cabeça  $d_K$  da cabeça que se torna maior,  $H_K$  deve ser escolhido maior. As áreas indicadas valem, em particular, para diâmetros externos do corpo  $d_N \leq 6\text{mm}$ .

[0065] O ângulo  $\beta$  que a aresta da cabeça inferior 18 forma com um plano radial se situa na faixa de  $25^\circ \pm 7^\circ$ . O raio  $R_4$  é de  $0,6 \pm 0,4 \text{ mm}$ , em particular,  $0,5 \pm 0,2 \text{ mm}$ .

[0066] Como indicado no lado direito da figura 1 de modo tracejado, a aresta da cabeça inferior também pode ser executada ligeiramente curvada, sendo que a curvatura deve desviar somente um pouco da superfície cônica, e o raio de curvatura  $R_7$  deve ser  $\geq 2,0 \text{ mm}$ .

[0067] O ângulo  $\beta$  ou o raio  $R_7$  e o raio  $R_4$  neste caso, devem ser escolhidos de tal modo que a força para o fechamento da fenda entre a cabeça do rebite 4 e a parte de junção 28 no lado do punção (figuras 2 e 6) e, com isso, a força de assentamento deve ser a mais baixa possível. O tamanho da força de assentamento é influenciada de forma decisiva pela diferença entre o ângulo  $\beta$  e o raio  $R_7$  da aresta da cabeça inferior 18 e o ângulo correspondente do lado superior da parte de junção 28 no lado do punção punctionada, bem como, através do tamanho do raio  $R_4$ .

[0068] Se o ângulo  $\beta$  for muito grande ou o raio  $R_7$  muito pequeno, é necessária uma força de assentamento muito grande para fechar a fenda entre o lado inferior da cabeça e a parte de junção 28 no lado do punção. Se ângulo  $\beta$  for muito pequeno, surge uma fenda entre o rebite de punção 2 e a parte de junção 28 no lado do punção, na área do raio  $R_4$ . A cabeça do rebite 4 é, então, solicitada para flexão e pode facilmente romper, quando for tentado fechar essa fenda por meio de

uma força de assentamento correspondente grande.

[0069] Se o raio  $R_4$  for escolhido muito grande (como é o caso do estado da técnica, por exemplo, no caso do denominado rebite em C), então o rebite de punção na área do raio  $R_4$  precisa deformar de modo correspondente o canto adjacente da parte de junção 28 no lado do punção punctionada e, neste caso, deslocar também radialmente para fora o material da parte de junção 28 no lado do punção parcialmente. Para isso é necessária uma força muito alta, o que, por sua vez, aumenta o tamanho da força de assentamento necessária. Se o raio  $R_4$  for muito pequeno, então o efeito de entalhe provocado deste modo pode levar a um rompimento da cabeça do rebite 4.

[0070] A cabeça do rebite descrita, executada como cabeça embutida, em particular, a geometria da cabeça inferior definida acima, em geral, é totalmente apropriada para a rebitagem de partes de junção de todos os materiais metálicos e, eventualmente, também de outros materiais. Durante a junção de materiais sintéticos, em particular, de materiais sintéticos reforçados por fibras, também podem ser apropriadas as cabeças do rebite que estão assentadas planas, as denominadas cabeças planas com pequenos raios de passagem para a cabeça do rebite. Nestes casos, em geral, o diâmetro da cabeça  $d_K$  é escolhido maior que no caso dos rebites com cabeça embutida, a fim de reduzir a carga de superfície específica entre o lado inferior da cabeça e o lado superior da parte de junção do lado do punção. O tamanho do diâmetro da cabeça do rebite se situa, então, fora da faixa definida acima.

#### Forma do corpo do rebite com furo do corpo

[0071] No estado da técnica, o diâmetro externo do corpo  $d_N$  de rebites de punção semi-ocos normalmente se situa entre 3 e 8 mm, e a espessura de parede do corpo do rebite se situa normalmente entre 0,5 e 2,0 mm. O comprimento total do rebite de punção raramente é maior

que 10 mm. Na técnica de veículo automotor, os rebites de punção semi-ocos empregados para a ligação de partes da carroceria têm, muitas vezes, um diâmetro externo do corpo  $d_N$  de 5,3 mm ou 3,2 mm.

[0072] Também para rebites de punção de acordo com a presente invenção, o diâmetro externo do corpo  $d_N$  pode ser escolhido nessas faixas. De preferência, o diâmetro externo do corpo  $d_N$  se situa na faixa de 5,0 a 6,0 mm. Como ainda será esclarecido em mais detalhes, contudo, em rebites de punção de acordo com a presente invenção, o diâmetro externo do corpo  $d_N$  pode ser escolhido, em princípio, um pouco maior que no estado da técnica, uma vez que os rebites de punção executados de acordo com a invenção exigem forças de fixação menores.

[0073] O diâmetro interno do corpo  $d_i$  tem, de preferência, o valor de (0,5 a 0,8)  $d_N$ . Para as grandezas  $R_5$ ,  $R_6$ ,  $\gamma$ ,  $t_B$  e  $D_K$  valem, de preferência, as seguintes faixas de valor:

$$R_5 = 0,7 \pm 0,5 \text{ mm, em particular, } R_5 = 0,8 \pm 0,3 \text{ mm}$$

$$R_6 = 0,9 \pm 0,5 \text{ mm, em particular, } R_6 = 0,8 \pm 0,3 \text{ mm}$$

$$\gamma = \text{de } 110^\circ \text{ até } 140^\circ, \text{ em particular, } \gamma = \text{de } 110^\circ \text{ a } 130^\circ$$

$$t_B \geq 0,2 d_N, \text{ em particular, } t_B \geq 0,3 d_N$$

$$D_K \geq 0,15 d_N.$$

[0074] As faixas de valor indicadas para as grandezas que definem a geometria do corpo asseguram que, ao corpo do rebite 6, em todo caso de aplicação, pode ser conferida uma estabilidade de pressão suficiente (nenhuma punção não permitida durante o processo de junção), uma resistência suficiente ao dobramento e ao abaulamento (nenhum dobramento e/ou abaulamento do corpo do rebite durante o processo de junção), e uma resistência suficiente à flexão e à punção (deformação visada durante o processo de junção).

[0075] A geometria representada e, em particular, o ângulo  $\gamma$  do furo do corpo foram escolhidos de tal modo, a fim de facilitar a produção do

furo do corpo. Todavia, deve ser chamada a atenção para o fato de que a geometria do furo do corpo também pode ser escolhida diferente. Assim, por exemplo, o fundo do furo do corpo pode ser executado em forma de domo, isto é, em forma de um arco circular com uma passagem para a superfície interna do corpo 16 através dos raios  $R_5$ . Também são possíveis outras geometrias do furo.

#### Produção do rebite de punção

[0076] Como já foi mencionado, os rebites de punção de acordo com a presente invenção possibilitam forças de fixação nitidamente reduzidas em comparação com o estado da técnica. Experiências têm resultado que as forças de fixação necessárias para a produção da ligação por rebite de punção de acordo com a ordem de grandeza são menores em torno de 20%. Isso, por sua vez, permite fazer o diâmetro interno do corpo  $d_i$  maior que no estado da técnica, sem prejudicar a estabilidade de pressão, a resistência ao dobramento e ao abaulamento, bem como, a resistência à flexão e à punção do rebite de punção.

[0077] Uma ampliação do diâmetro externo do corpo  $d_N$  do rebite de punção possibilita uma produção do rebite de punção tecnologicamente mais fácil e mais econômica.

[0078] Na produção de rebites de punção por moldagem a frio, o furo do corpo é moldado por meio de um denominado pino. Quanto menor for a seção transversal do furo do corpo 8 e, com isso, do pino, mais difícil é a produção do rebite de punção.

[0079] Neste caso, deve ser considerado que os custos para a produção do rebite dependem, em essência, dos custos para as ferramentas de fabricação, sendo que a vida útil das ferramentas de fabricação representa um papel decisivo. Uma ampliação da seção transversal do furo do corpo e,

[0080] com isso, do pino, leva a uma facilidade significante da

produção e, além disso, - devido à condução melhorada do pino - leva a um aperfeiçoamento da exatidão de produção do furo do corpo. Deste modo, a vida útil das ferramentas de fabricação é prolongada de modo ultraproporcional, de tal modo que os custos para a produção do rebite são reduzidos de modo correspondente.

[0081] Nessas considerações, além disso, deve ser considerado que uma alteração menor do diâmetro externo do corpo  $d_N$  pode ter como consequência uma alteração maior do diâmetro interno do corpo  $d_i$ , sem afetar a estabilidade do rebite de punção. Uma alteração do diâmetro externo do corpo  $d_N$  em torno de 0,3 mm permite, por exemplo, uma alteração do diâmetro interno do corpo  $d_i$  em torno de 0,4 mm, sem que a estabilidade de pressão do corpo do rebite seja afetada. Uma alteração de um diâmetro interno do corpo  $d_i = 2,9$  mm em torno de 0,3 mm leva a uma ampliação da seção transversal do pino em torno de 33% e uma alteração em torno de 0,4 mm leva a uma ampliação da seção transversal do pino em torno de 41%.

[0082] Desses exemplos de números fica claro que os rebites de punção executados de acordo com a invenção podem ser produzidos de modo substancialmente mais econômico que rebites de punção do estado da técnica.

#### Forma da matriz

[0083] Uma influência considerável sobre o processo de junção e a execução da ligação por rebite de punção tem a matriz 30 empregada durante a produção, em particular, o volume e o diâmetro  $D_M$  da superfície da circunferência 38 cilíndrica, do espaço oco 34 da matriz 30, veja figuras de 2 a 6.

[0084] Para o diâmetro  $D_M$  vale, de preferência

[0085]  $D_M = d_N + (0,6 \text{ a } 1,5) 2t_M$ , em particular,  $D_M = d_N + (0,7 \text{ a } 1,2) 2t_M$  para partes de junção de materiais de boa capacidade de deformação, em particular, para ligas plásticas. Neste caso,  $t_M$  é a

espessura da parte de junção 26 no lado da matriz. Com isso, o diâmetro  $D_M$  da matriz 30 aumenta com a espessura da parte de junção 26 no lado da matriz. De forma apropriada, também a profundidade  $T_M$  do espaço oco 34 da matriz 30 deveria ser escolhida maior. De preferência, vale:

$$T_M = (1,0 \text{ a } 2,5) t_M, \text{ em particular, } T_M = (1,1 \text{ a } 2,2) t_M.$$

[0086] Através das faixas de valor indicadas resultam diâmetros  $D_M$ , da superfície da circunferência 38 da matriz, que são menores em comparação com o estado da técnica. Essa redução do espaço oco da matriz, em particular, do diâmetro  $D_M$ , reduz a denominada "fenda de corte", isto é, a fenda entre o diâmetro externo do corpo  $d_N$  e o diâmetro interno da matriz, isto é, o diâmetro  $D_M$ . Isso, por um lado, favorece os processos esclarecidos no contexto com a forma da base do rebite durante o processo de junção. Em particular, deste modo, a punção da parte de junção 28 no lado do punção, a deformação da parte de junção 26 no lado da matriz, bem como os movimentos correspondentes e deformações do corpo do rebite 6 são favorecidos em um "processo de corte".

[0087] Para partes de junção de materiais fundidos, bem como de outros materiais com menor capacidade de deformação ou menor dilatação de ruptura como, por exemplo, magnésio vale, de preferência:

$$D_M \leq 2,2 d_N$$

$$T_M \leq 0,15 D_M.$$

[0088] No exemplo de execução das figuras de 3 a 6, a superfície do fundo 36 da matriz 30, de forma tradicional, está equipada com um pino ressaltado para cima. A figura 7 mostra uma forma de execução de acordo com a invenção de uma matriz 30', na qual a superfície do fundo 36' está provida de uma cavidade central 40. No exemplo de execução representado, a cavidade 40 é executada cilíndrica, e tem um diâmetro de  $D_{EB} \leq 0,5 D_M$  e uma profundidade  $T_{EB} \geq 0,3 d_N$ . Para o raio  $R_{EB}$  vale:

$R_{EB} \geq 0,3$  mm, em particular, de 0,4 a 1,0 mm.

[0089] A cavidade 40 providencia um alívio de pressão durante o processo de junção, pelo que são evitadas tensões radiais superaumentadas na ligação por rebite de punção, e o perigo de uma formação de trinca é reduzido. De forma apropriada, sua dimensões - diâmetro e profundidade - também podem ser orientadas no diâmetro do furo do rebite e na espessura da parte de junção no lado da matriz, e têm, então:

$$D_{EB} \geq d_i$$

$$T_{EB} \geq 0,1 t_M, \text{ por exemplo,} \geq 0,1 \text{ mm.}$$

[0090] As figuras 8 e 9 mostram uma forma de execução variada de um rebite de punção 2'. Enquanto que no exemplo de execução das figuras de 1 a 6 a superfície externa do corpo 14 é executada cilíndrica, a superfície externa do corpo do rebite de punção 2' modificado está equipado com uma acanaladura 42. A acanaladura 42 axial forma uma segurança contra torção durante o processo de junção, o que é, em particular, de grande vantagem se o rebite de punção for executado como elemento de função (não mostrado), com um ressalto na cabeça do rebite em formato de pino ou de porca. Além disso, a acanaladura 42 que passa axialmente providencia uma boa condução do rebite de punção 2', sem que deste modo a força de junção necessária seja aumentada.

## REIVINDICAÇÕES

1. Rebite de punção com uma cabeça de rebite (4) e um corpo de rebite (6) com um furo do corpo central (8), que possuem um eixo X central comum, sendo que,

a cabeça de rebite (4) tem uma superfície externa da cabeça (12), em essência, cilíndrica, de um diâmetro da cabeça  $d_K$  predeterminado,

o corpo de rebite (6) tem uma superfície externa do corpo (14) de um diâmetro do corpo  $d_N$  predeterminado e uma superfície interna do corpo (16), que limita o furo do corpo central (8), de um diâmetro interno do corpo  $d_i$  predeterminado,

a superfície externa da cabeça (12) e a superfície externa do corpo (14) estão ligadas através de uma aresta da cabeça inferior (18, 18') cônica ou ligeiramente curvada e de um raio da cabeça inferior  $R_4$ , que passa tangencialmente na aresta da cabeça inferior (18, 18') como também na superfície externa do corpo (14),

### **caracterizado pelo fato de que**

a superfície externa do corpo (14) e a superfície interna do corpo (16) na extremidade da base do rebite estão ligadas através de um primeiro raio  $R_1$ , radial externo e de um segundo raio  $R_2$ , radial interno, que passam tangencialmente um pelo outro, sendo que a tangente comum Tan forma um ângulo  $\alpha$  com um plano radial do rebite de punção,

sendo que o primeiro raio  $R_1$  passa tangencialmente na superfície externa do corpo (14), e o segundo raio  $R_2$  passa tangencialmente na superfície interna do corpo (16), e

sendo que para o primeiro raio  $R_1$ , para o segundo raio  $R_2$  e para o ângulo  $\alpha$  valem as seguintes faixas de valor:

$$R_1 = 0,3 \pm 0,2 \text{ mm}$$

$$R_2 = (0,7 \text{ a } 1,2) (d_N - d_i)/2$$

$$\alpha = 10^\circ \pm 20^\circ$$

2. Rebite de punção com uma cabeça de rebite (4) e um corpo de rebite (6) com um furo do corpo central (8), que possuem um eixo X central comum, sendo que,

a cabeça de rebite (4) tem uma superfície externa da cabeça (12), em essência, cilíndrica, de um diâmetro da cabeça  $d_k$  predeterminado,

o corpo de rebite (6) tem uma superfície externa do corpo (14), em essência, cilíndrica, de um diâmetro do corpo  $d_N$  predeterminado e uma superfície interna do corpo (16), em essência, cilíndrica, que limita o furo do corpo central (8), de um diâmetro interno do corpo  $d_i$  predeterminado,

a superfície externa da cabeça (12) e a superfície externa do corpo (14) estão ligadas através de uma aresta da cabeça inferior (18, 18') cônica ou ligeiramente curvada e de um raio da cabeça inferior  $R_4$ , que passa tangencialmente tanto na aresta da cabeça inferior (18, 18') como também na superfície externa do corpo (14),

**caracterizado pelo fato de que**

a superfície externa do corpo (14) e a superfície interna do corpo (16) na extremidade da base do rebite estão ligadas através de um primeiro raio  $R_1$ , radial externo, e de um segundo raio  $R_2$  radial interno, que passam tangencialmente um pelo outro, sendo que, a tangente comum Tan forma um ângulo  $\alpha$  com um plano radial do rebite de punção,

sendo que o primeiro raio  $R_1$  passa tangencialmente na superfície externa do corpo (14), e o segundo raio  $R_2$  está ligado com a superfície interna do corpo (16) através de um terceiro raio  $R_3$  que passa tangencialmente tanto no segundo raio  $R_2$  como também na superfície interna do corpo (16), e

sendo que para o primeiro raio  $R_1$ , para o segundo raio  $R_2$ ,

para o terceiro raio  $R_3$  e para o ângulo  $\alpha$  valem as seguintes faixas de valor:

$$R_1 = 0,3 \pm 0,2 \text{ mm}$$

$$R_2 = (0,7 \text{ a } 1,2) (d_N - d_i)/2$$

$$R_3 = 0,8 \pm 0,4 \text{ mm}$$

$$\alpha = 5^\circ \pm 10^\circ$$

3. Rebite de punção de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de que**, para o segundo raio  $R_2$  vale:

$$R_2 = (0,8 \text{ a } 1,0) (d_N - d_i)/2$$

4. Rebite de punção de acordo com uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado pelo fato de que** a aresta da cabeça inferior (18) cônica forma um ângulo  $\beta = 25^\circ \pm 10^\circ$ , em particular,  $25^\circ \pm 7^\circ$ , com um plano radial do rebite de punção.

5. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado pelo fato de que** a aresta da cabeça inferior (18') ligeiramente curvada apresenta um raio  $R_7 \geq 2,0$ .

6. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** para o raio da cabeça inferior  $R_4$  vale:

$$R_4 = 0,6 \pm 0,4 \text{ mm, em particular, } R_4 = 0,5 \pm 0,2 \text{ mm.}$$

7. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** para o diâmetro interno do corpo  $d_i$  vale:

$$d_i = (0,5 \text{ a } 0,8) d_N.$$

8. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** para o diâmetro da cabeça  $d_K$  da cabeça de rebite (4) vale:

$$d_K = (1,3 \text{ a } 1,8) d_N, \text{ em particular, } d_K = (1,4 \text{ a } 1,65) d_N.$$

9. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** para o

comprimento axial  $H_K$  da superfície externa da cabeça (12) vale:

$$H_K = (0,025 \text{ a } 0,2) d_N, \text{ em particular, } H_K = (0,025 \text{ a } 0,12) d_N.$$

10. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** a extremidade da cabeça do rebite do furo do corpo (8) é executada fechada, em que a extremidade fechada do furo do corpo (8) apresenta uma superfície de fundo (24) cônica, que passa na superfície interna do corpo (16) através de um raio externo do furo do corpo  $R_5$  e na área do eixo central X termina em um raio interno do furo do corpo  $R_6$ .

11. Rebite de punção de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** o ângulo do cone  $\gamma$  da superfície de fundo (24) cônica é de  $110^\circ$  até  $140^\circ$ , em particular, de  $110^\circ$  a  $130^\circ$ .

12. Rebite de punção de acordo com a reivindicação 10 ou 11, **caracterizado pelo fato de que** para o raio externo do furo do corpo  $R_5$  vale:

$$R_5 = 0,7 \pm 0,5 \text{ mm, em particular, } R_5 = 0,8 \pm 0,3 \text{ mm.}$$

13. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações de 10 a 12, **caracterizado pelo fato de que** para o raio interno do furo do corpo  $R_6$  vale:

$$R_6 = 0,9 \pm 0,5 \text{ mm, em particular, } R_6 = 0,8 \pm 0,3 \text{ mm.}$$

14. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações de 10 a 13, **caracterizado pelo fato de que** para a profundidade  $t_B$  do furo do corpo (8), desde a extremidade da base do rebite até o ponto no qual os prolongamentos imaginados da superfície de fundo (24) cônica e da superfície interna do corpo (16) se cortam, vale:

$$t_B \geq 0,2 d_N, \text{ em particular, } t_B \geq 0,3 d_N.$$

15. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações de 10 a 14, **caracterizado pelo fato de que**, para a espessura  $D_K$  da cabeça de rebite (4) no eixo central X vale:

$D_K \geq 0,15 d_N$ .

16. Rebite de punção de acordo com uma das reivindicações de 1 a 9, **caracterizado pelo fato de que** o furo do corpo na extremidade da cabeça do rebite é executado aberto.

17. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** ele é executado como elemento de função, em particular, como pino de punção ou porca de punção.

18. Rebite de punção de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** o corpo do rebite (6; 6') tem uma superfície externa do corpo (14), em essência, cilíndrica, ou uma superfície externa do corpo equipada com uma acanaladura (42) axial.

19. Matriz para a produção de uma ligação por rebite de punção por meio de um rebite de punção, em particular, como definido em qualquer uma das reivindicações anteriores, com um espaço oco da matriz (34) que é limitado por um fundo da matriz (36) e por uma superfície da circunferência (38) cilíndrica, **caracterizada pelo fato de que** para o diâmetro da matriz  $D_M$  e para a profundidade  $T_M$  do espaço oco da matriz (34) vale:

$$D_M = d_N + (0,6 \text{ a } 1,5) 2t_M, \text{ em particular, } d_N + (0,7 \text{ a } 1,2) 2t_M$$

$$T_M = (1,0 \text{ a } 2,5) t_M, \text{ em particular, } T_M = (1,1 \text{ a } 2,2) t_M$$

para partes de junção de materiais de boa capacidade de deformação, em particular, para ligas plásticas, onde  $d_N$  é o diâmetro externo do corpo, do corpo do rebite (6) do rebite de punção (2) e  $t_M$  é a espessura da parte de junção (26) no lado da matriz, e

$$D_M \leq 2,2 d_N$$

$$T_M \leq 0,15 D_M$$

para partes de junção de materiais fundidos e outros materiais com menor capacidade de deformação.

20. Matriz para a produção de uma ligação por rebite de punção por meio de um rebite de punção, em particular, como definido em qualquer uma das reivindicações anteriores, com um espaço oco da matriz (34) que é limitado por um fundo da matriz (36) e por uma superfície da circunferência (38) cilíndrica, **caracterizada pelo fato de que** a matriz (30') apresenta uma cavidade central (40) no fundo da matriz, que providencia o alívio de pressão durante o processo de junção.

21. Matriz de acordo com a reivindicação 20, **caracterizada pelo fato de que**, a cavidade central (40) tem um diâmetro de  $D_{EB} \leq 0,5 D_M$  e uma profundidade  $T_{EB} \geq 0,2 d_N$ , em particular,  $T_{EB} \geq 0,3 d_N$ .

22. Matriz de acordo com a reivindicação 20, **caracterizada pelo fato de que**, a cavidade central (40) tem um diâmetro de  $D_{EB} \geq d_i$  e uma profundidade  $T_{EB} \geq 0,1 t_M$ .

23. Processo para a produção de uma ligação por rebite de punção de duas partes de junção (26, 28) por meio de um rebite de punção como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 18, **caracterizado pelo fato de que** é utilizada uma matriz como definida na reivindicação 19.

24. Processo para a produção de uma ligação por rebite de punção de duas partes de junção (26, 28) por meio de um rebite de punção como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 18, **caracterizado pelo fato de que** é utilizada uma matriz como definida em qualquer uma das reivindicações 20 a 22.

Fig. 1

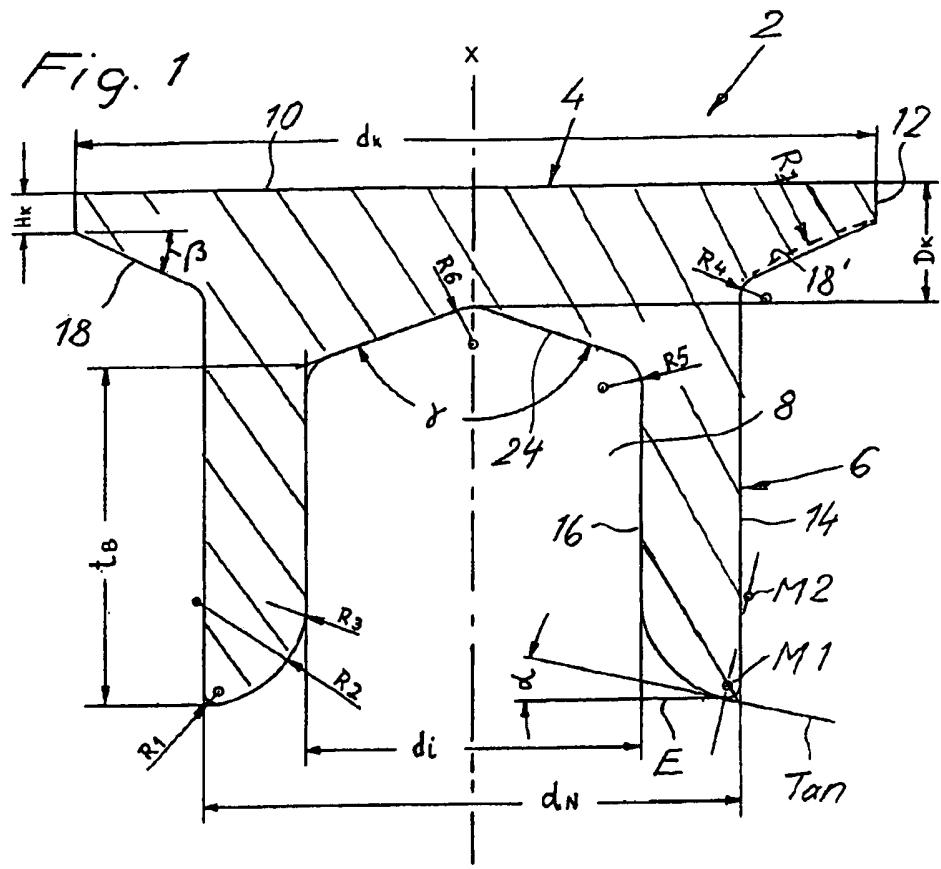
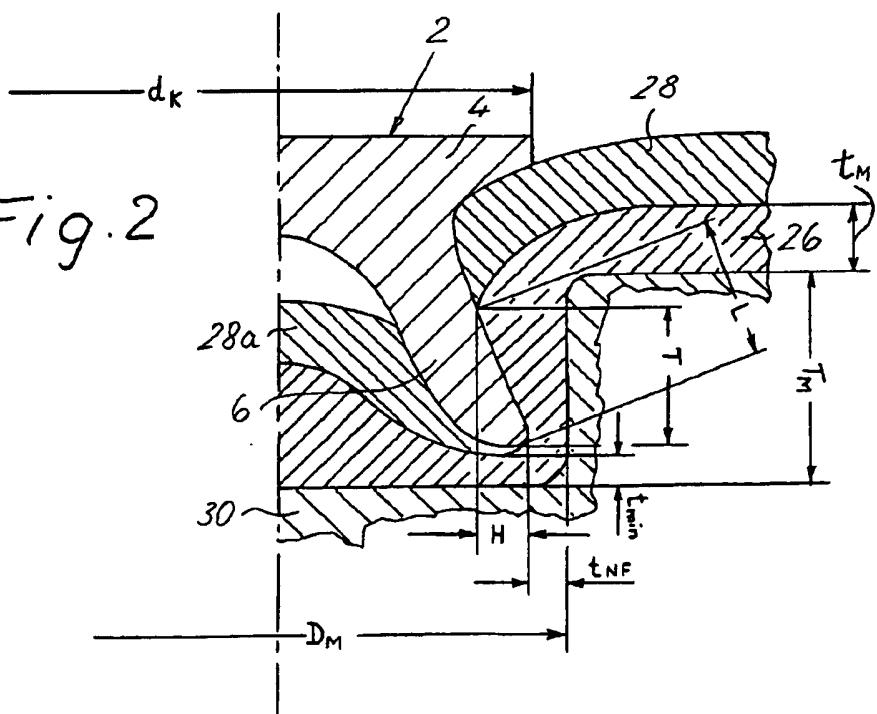


Fig. 2



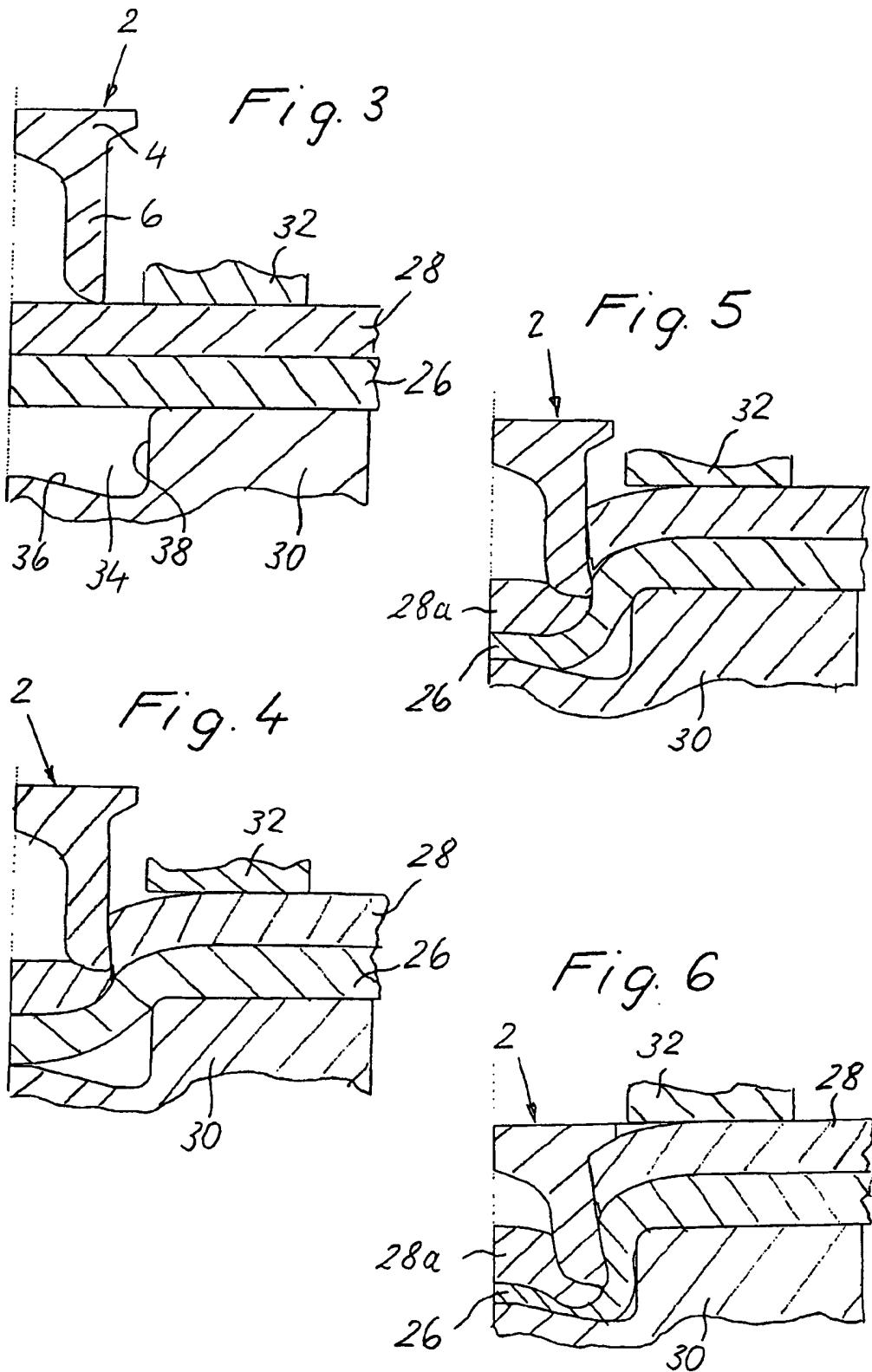


Fig. 7

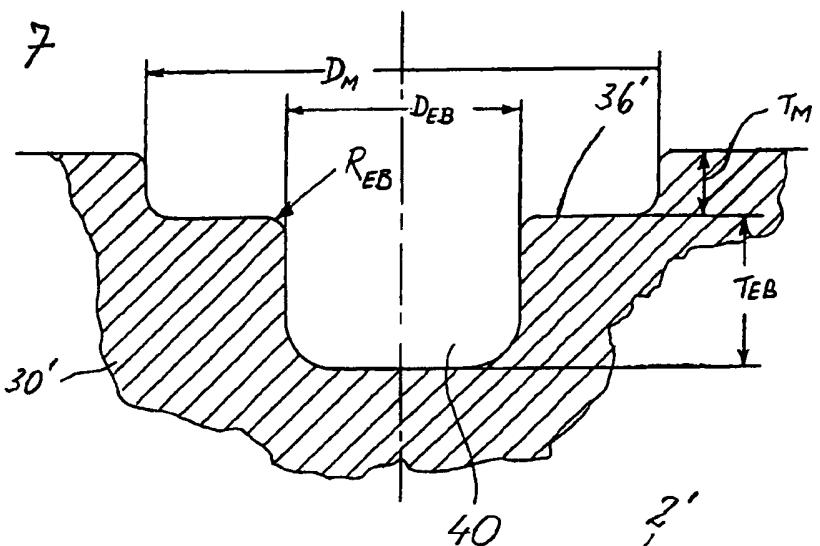


Fig. 8

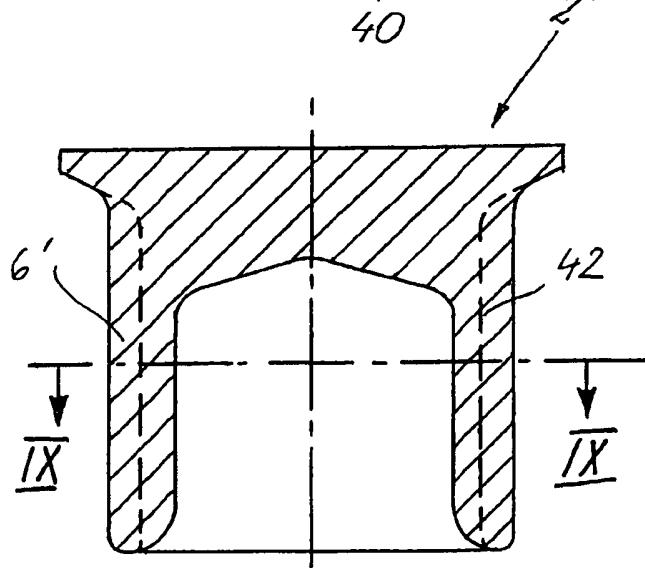


Fig. 9

