



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

(21) PI 0717250-8 A2

(62) Data de Depósito do Pedido Original:
PI0109685 - 23/03/2001

(22) Data de Depósito: 25/09/2007

(43) Data da Publicação: 08/10/2013
(RPI 2231)



(51) Int.Cl.:
F02F 3/00

(54) Título: MÉTODO PARA PRODUZIR UM PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA E PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

(30) Prioridade Unionista: 26/09/2006 EP 06 121267.6

(73) Titular(es): Thyssenkrupp Metalúrgica Campo Limpo LTDA.

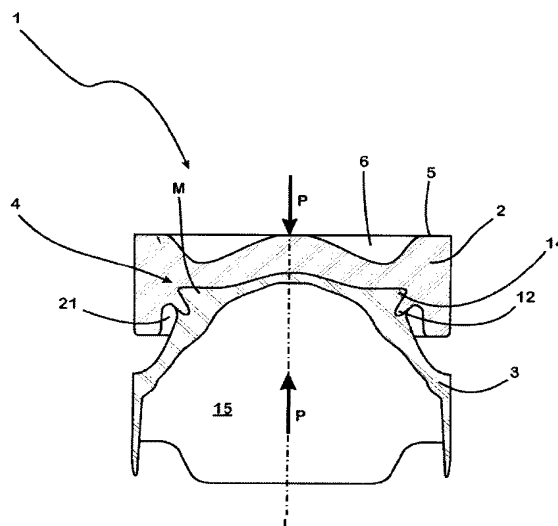
(72) Inventor(es): Heraldo Carlos Furquim, João Lester Garcia

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007060158 de 25/09/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/037711 de 03/04/2008

(57) Resumo: "SISTEMA E MÉTODO DE FUMO ELÉTRICO". Um sistema de fumo elétrico (21) compreendendo um cigarro (23) e um acendedor elétrico (25), no qual o cigarro (23) compreende uma superfície fosca de tabaco tubular (66) parcialmente cheia com material de tabaco (80) de modo a definir uma porção de barra de tabaco cheia (60) e uma porção de barra de tabaco vaga (90). O cigarro (23) e o acendedor (25) são mutuamente dispostos de modo que quando o cigarro (23) é recebido no acendedor (25), o elemento do aquecedor elétrico (37) do acendedor (25) pelo menos parcialmente sobrepõe pelo menos uma porção da porção da barra de tabaco cheia (60). O cigarro (23) e o acendedor (25) são também mutuamente dispostos de modo que quando o cigarro (23) é recebido no acendedor (25), a extremidade livre (15) do cigarro (23) fica fechada. O cigarro (23) inclui uma zona de perfurações (12,14) em uma localização ao longo da porção da barra de tabaco cheia (60), com o cigarro sendo isento de perfurações ao longo da porção da barra de tabaco vaga (90).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA PRODUZIR UM PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA E PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA"**.

5 A presente invenção refere-se a um método de produzir um pistão para motores de combustão interna a partir de duas partes pré-fabricadas que, tendo sido pré-fabricadas, são conectadas juntas para formar o pistão. Bem como isto, a invenção também refere-se a um pistão que é produzido em uma maneira correspondente a partir de duas partes.

10 Pistões para motores de combustão interna são usualmente produzidos por processos de fundição ou forjadura. A produção por fundição tem a vantagem que permite que os pistões de formato complexo e baixo peso sejam produzidos. No entanto, o que tem que ser aceito ao mesmo tempo é que a produção envolve custo e complicação consideráveis. Isto é particularmente verdade quando um material de aço deve ser usado como o
15 material para produzir pistões capazes de suportar tensões especialmente altas.

Dependendo de seu tamanho e propósito pretendidos, pistões de aço forjados podem ser de uma forma de uma peça e podem também ser compostos de duas ou mais partes. No caso de pistões de múltiplas peças
20 montados a partir de duas ou mais partes, as partes individuais são usualmente conectadas juntas, por processos de junção adequados, por fricção, conexão, ou encaixe positivo de tal maneira que eles suportarão as forças que atuam neles em uso prático. O que é adequado para este propósito é, por exemplo, soldar ou aparafusar juntas as duas partes separadas do pistão.
25

Um exemplo de um pistão de múltiplas peças para um motor de combustão interna é conhecido em DE 102 44 513 A1. Este pistão tem, por um lado, uma parte de cabeçote que é forjada a partir de aço e integralmente formada, na qual são formadas estampagens para a câmara de combustão, uma parede anular e uma passagem de refrigeração na forma de uma
30 ranhura. Por outro lado, o pistão tem uma parte de saia que carrega a parte de cabeçote do pistão e na qual são formadas saliências para receber um

pino de pistão que conecta o pistão na haste de conexão. Para produzir este pistão, a parte de cabeçote e a parte de saia do pistão são então usinadas, por usinagem de remoção de matéria-prima para terminá-las. A usinagem de acabamento da parte de cabeçote do pistão também inclui neste caso a usinagem de remoção de matéria-prima das partes de parede adjacente à passagem de refrigeração, por meio de cujas partes de parede, uma junta é então feita com a parte de saia do pistão por união física por solda ou soldadura forte.

É verdade que a construção de múltiplas peças deste tipo permite que o pistão, que é formado a partir de duas partes, seja feito de um formato complexo. No entanto, além dos problemas relacionados com a capacidade de suportar carga que surgem de sua natureza de múltiplas peças, o custo e a complicação que sua produção envolve são consideráveis.

As desvantagens da produção de pistões de uma peça são o alto peso da peça bruta para o pistão, como um resultado do que é exigido um equipamento de processamento e manipulação de dimensões particularmente grandes, e a despesa envolvida no pós-processamento mecânico, que é inevitavelmente exigido na prática atual. Apesar das vantagens que os pistões de uma peça têm, na medida em que sua capacidade de suportar carga é considerada, as desvantagens mencionadas significam que, quando a produção é convencional, pistões de uma peça podem ser produzidos somente em custos de produção aumentados.

Uma passagem possível de conectar junto, por forjamento, um pistão formado a partir de duas partes previamente fabricadas é conhecido em JP-03-267552 A. Nesta peça da técnica anterior, uma peça bruta de pistão-saia, cujo formato básico é aquele de um cilindro, é produzida por sinterização de um pó metálico. Uma projeção que é de um formato do tipo disco circular é produzida na face terminal da peça bruta de pistão-saia quando esta é feita.

Em adição à parte de saia do pistão, o que é também produzido pelo método conhecido é uma parte de cabeçote do pistão que é igualmente de um formato básico do tipo disco. O diâmetro da parte de saia do pistão

corresponde ao diâmetro da parte de cabeçote do pistão neste caso. Na face terminal da parte de cabeçote do pistão é formado um recesso, cuja abertura é assim definida por uma parte circundante que se projeta dentro do recesso, que um rebaixamento é formado entre a dita parte e a área de piso do recesso. Para permitir que a parte de saia e a parte de cabeçote do pistão sejam unidas, a parte de cabeçote do pistão é, em primeiro lugar, colocada em uma matriz cujo diâmetro interno corresponde ao diâmetro externo da parte de saia, e a parte de cabeçote do pistão. O recesso na parte de cabeçote do pistão se volta para a abertura da matriz, enquanto a dita parte de cabeçote do pistão é suportada em sua outra face terminal por meio de uma punção. A peça bruta de pistão-saia é então introduzida na matriz até que sua projeção seja assentada no recesso na parte de cabeçote do pistão. A parte de cabeçote do pistão então tem uma força de forjamento aplicada nela por meio de uma punção de formatação, cuja força faz o material da parte de saia do pistão fluir dentro do recesso na parte de cabeçote do pistão e encher o rebaixamento que é formado no último. A parte de saia do pistão é fornecida em sua configuração final do tipo copo ao mesmo tempo.

O pistão que é produzido pelo método de JP 03-267552 e de um formato externo que é, em essência, completamente cilíndrico. Ranhuras para anéis de pistão são formadas na superfície circunferencial da parte de saia do pistão neste caso, estreitamente adjacentes à parte de cabeçote do pistão que é suportada pela parte de saia do pistão. Nem a parte de saia do pistão nem a parte de cabeçote do pistão têm, neste caso, quaisquer aspectos de configuração que os tornariam adequados para um motor de combustão interna atual. Em particular, o pistão conhecido não tem qualquer formatação especial da parte de cabeçote de pistão do que é atualmente exigido, se deve ser feito uso ótimo da energia do combustível que é queimado no dado motor de combustão interna. Também foi verificado que desenhos simples de pistão do tipo descrito em JP 03-267552 A não são iguais às demandas térmicas que surgem em motores de combustão interna atuais.

Maneiras possíveis comparáveis de produzir pistões a partir de duas partes por meio de um encaixe positivo entre as partes produzidas por

forjamento são conhecidas em DE 725 761 C, JP 54-021945 A, GB 2 080 485 A ou US 3.075.817 A1. No entanto, o que todas estas peças da técnica anterior têm em comum é que os pistões que são montados em uma maneira conhecida a partir de duas partes, cada uma de um formato simples que
5 não satisfaz as demandas atuais que são feitas de pistões para motores de combustão interna.

Contra os antecedentes da técnica anterior explicados acima, o objetivo subjacente da invenção foi portanto fornecer um método que torna possível a produção não-dispendiosa mesmo de pistões de formato comple-
10 xo para motores de combustão interna. O objetivo foi também especificar um pistão para motores de combustão interna que pode ser produzido de modo não-dispendioso com grande precisão de fabricação a despeito de seu formato complexo.

Com relação ao método para produzir um pistão, este objetivo
15 foi alcançado de acordo com a invenção em virtude do fato de que as etapas especificadas na reivindicação 1 são executadas em um método deste tipo. Modalidades vantajosas do método de acordo com a invenção são especificadas nas reivindicações que são referidas à reivindicação 1.

Similarmente, o objetivo acima mencionado foi alcançado com
20 relação a um pistão para motores de combustão interna pelo tópico da reivindicação 12. Modalidades vantajosas do pistão de acordo com a invenção são especificadas nas reivindicações que são referidas novamente na reivindicação 12.

De acordo com a invenção, a conexão entre as duas partes do
25 pistão é feita por meio de uma conexão mecânica em que o material da projeção, em uma parte, é preso pelo material que circunda o recesso, na outra parte, de tal maneira que as duas partes são conectadas de modo indissolúvel juntas. Para este propósito, um rebaixamento é formado na região do recesso em uma parte que, nas duas partes sendo comprimidas, é enchido
30 pelo material da projeção que flui dentro dele. Um sistema de travamento mecânico é formado desta maneira, que opera em essência por engate mútuo positivo e que assegura que as duas partes do pistão produzidas de a-

cordo com a invenção são mantidas de modo sólido juntas em uma maneira durável. Uma vantagem maior da invenção se encontra, neste caso, no fato de que as partes individuais das quais o pistão é montado, que são compostas de um material de aço por exemplo, pode ser pré-formadas em uma forma completamente acabada e a conexão entre as partes podem ser feitas sem quaisquer elementos de conexão adicionais, tais como parafusos ou cavilhas. A conexão mecânica que é fornecida de acordo com a invenção, que é feita pelo material das duas partes travando por encaixe positivo, torna possível neste caso que as pelo menos duas partes individuais, a partir das quais um pistão de acordo com a invenção é montado, seja pré-formatadas de modo preciso. Quando são colocadas juntas para formar o pistão, são portanto de um peso minimizado, o que significa que somente forças baixas têm que ser aplicadas para manipular as peças de trabalho. Ainda, devido ao processo de junção de acordo com a invenção, não existe mudança no formato básico do pistão e uma consequência disto é que, pelo menos como uma regra, somente uma quantidade muito reduzida de pós-processamento mecânico do pistão completamente unido é exigida.

Algo que prova ser particularmente vantajoso nesta conexão é que a maneira em que as duas partes do pistão são conectadas de acordo com a invenção, torna possível que o pistão seja produzido por operações de forjamento a quente somente. Desta maneira, bem como as duas partes do pistão sendo pré-fabricadas por forjamento quente, o rebaixamento que é formado em uma parte pode também ser produzido por etapas de forjamento quente.

Para este propósito, uma projeção é formada, em primeiro lugar, na primeira parte por meio de uma ferramenta de formatação, cuja projeção é direcionada substancialmente na direção oposta daquela em que a ferramenta atua. Uma força lateral que é direcionada na direção do receptáculo é então aplicada a esta projeção para formar um rebaixamento. Quando o rebaixamento é produzido de tal maneira em dois estágios, uma projeção que não tem rebaixamento e a partir da qual a ferramenta de forjamento pode ser separada novamente por um movimento de levantamento simples é forma-

da, em primeiro lugar, na primeira parte por meio de uma ferramenta adequada. Então, pela aplicação lateral de força, a projeção é inclinada na direção do receptáculo da primeira parte de tal maneira que a projeção forma um ângulo de menos que 90° entre sua extremidade livre e o fundo o receptáculo. Qualquer usinagem de remoção de matéria-prima para fazer o rebai-
5 xamento pode ser evitada desta maneira.

Ainda, com a maneira de produção de acordo com a invenção, não existe mais qualquer necessidade das partes dos pistões serem aquecidas em seu ponto de fusão localmente. Com o pistão de acordo com a invenção não existe igualmente mais qualquer risco de mudanças em microes-
10 trutura ou de tensões que surgem no pistão que tal aquecimento envolve.

Outro aspecto significativo da invenção é que as pelo menos duas partes são conectadas juntas por uma operação simples comparável com uma etapa de forjamento. O aparelho exigido para este propósito pode ser
15 desenhado para ser simples e portanto pouco dispendioso por que uma matriz especial e ajudas comparáveis que determinam o fluxo do material e impedem os componentes de se deformarem, não são exigidos na região da zona de conexão, e em vez disto o enchimento desejado do recesso em uma parte do pistão pelo material da projeção, na outra parte do pistão é
20 assegurado pelo fato de que a projeção é ligada ao recesso na outra parte e o fluxo de material, que então ocorre quando a pressão é aplicada, é determinado pelo formato do recesso propriamente dito.

A consequência é que a invenção assim torna disponível um método que, em uma maneira simples e não-dispendiosa, torna possível que
25 sejam produzidos pistões para motores de combustão interna, que são formatados de modo muito preciso e, ao mesmo tempo, capazes de suportar altas tensões. Suas configurações são selecionadas de tal maneira neste caso que podem ser unidas a partir de duas partes com meio simples sem a necessidade de aparelho dispendioso e complicado ou forças excessiva-
30 mente altas. Uma modalidade da invenção que é particularmente certa para exigências práticas, é caracterizada pelo fato de que o recesso e a projeção são formados em faces terminais respectivas, das partes associadas com

elas respectivamente. Nesta modalidade, tudo o que é exigido para fazer o fluxo desejado de material é uma força compressiva atuando na direção do eixo longitudinal do pistão, que deve ser produzida. Ao mesmo tempo, o que é assegurado no caso desta disposição é uma conexão que é ótima com relação às tensões que ocorrem no uso prático.

Uma forma particularmente simples para as partes do pistão e uma variante do método de acordo com a invenção que pode ser realizada em uma maneira igualmente simples são obtidas quando uma parte forma o cabeçote do pistão a ser produzido e a outra parte forma a saia do mesmo.

Basicamente, é irrelevante para o sucesso da invenção com quais das partes a projeção e o recesso são respectivamente associados. Desta maneira, em casos onde uma parte forma a saia do pistão na qual a dada haste de conexão é acoplada em uso prático e que guia o pistão no furo do cilindro e onde na outra parte forma o cabeçote do pistão em cuja face terminal, afastada da saia do pistão, uma estampagem para a câmara de combustão é usualmente formado, é possível para a projeção ser formada na parte de cabeçote do pistão e o recesso a ser formado na parte de saia do mesmo. No entanto, a partir do ponto de vista de produção foi provado ser particularmente prático para a projeção estar associada com a parte da saia do pistão e o recesso com a parte de cabeçote do mesmo.

Algo que também faz uma contribuição para simplificar esta parte do pistão, que é fornecida com o recesso no curso de fabricação prévia, é considerar o recesso com uma abertura circular.

O rebaixamento que é fornecido de acordo com a invenção na região do recesso pode ser facilmente produzido tornando a abertura do recesso uma área que é menor que a área de piso projetada do recesso, cuja área de piso projetada está situada oposta à abertura. Com o dimensionamento deste tipo, a área da abertura é sempre menor que a área de piso quando a última é projetada no plano da área da abertura. O que isto significa é que, quando a área de piso é vista em plano, pelo menos uma parte ou partes da borda da abertura são dispostas para serem desviadas da borda da área de piso para o centro da área de piso, que significa que um rebai-

xamento é necessariamente formado nas partes em questão quando a borda da abertura muda para a borda da área de piso. O rebaixamento pode ser formado neste caso, partindo da área de piso do recesso, alinhando pelo menos uma parte ou partes da superfície circunferencial que circunda o recesso a ser inclinado para a área da abertura.

Basicamente, é concebível que as partes, que juntas formam o pistão, sejam conectadas juntas por formação a frio. No entanto, uma simplificação considerável da complicação que este tipo de formação envolve, pode ser obtida, quando a força é aplicada para tornar a conexão de encaixe positivo entre as primeira e segunda partes, aquecendo a parte que é fornecida com a projeção forjando a temperatura pelo menos na região da projeção. Quando este é o caso, a primeira parte fria atua, por meio de seu receptáculo, como uma matriz para a formação da projeção na segunda parte, cuja projeção é inserida no receptáculo e está a uma temperatura de forjamento, o que significa que existe uma garantia de enchimento uniforme e completo da região de rebaixamento do receptáculo pelo material da projeção no curso da deformação da projeção que ocorre como um resultado da força sendo aplicada.

O suporte que uma parte do pistão completamente montado e unido tem em sua outra parte, pode ser elevado formando um ressalto na transição da projeção para a parte principal da parte associada com a projeção. A outra parte é capaz de se suportar neste ressalto pelo menos pela parede que define seu recesso.

Alguma coisa que provou particularmente apta para exigências práticas é uma modalidade da invenção em que pelo menos uma parte ou partes do recesso são definidos por uma parte de colar projetada livremente. Esta parte de colar por outro lado, forma o elemento de formatação pelo qual o rebaixamento que é enchido com material da projeção na outra parte é formado na região do recesso. Por outro lado, o fluxo de material que ocorre no curso da aplicação de pressão pode ser direcionado de tal maneira que a parte de colar assegura que as duas partes são presas juntas de modo seguro, firmemente e de modo durável engatando de modo comparativamente

profundo dentro do material da parte do pistão que é fornecido com a projeção e em virtude do fato de que o material da parte fornecida com a projeção circunda pelo menos uma parte ou partes da parte de colar.

5 A segurança com a qual as duas partes do pistão de acordo com a invenção são mantidas juntas mesmo sob o aquecimento que ocorre em operação, pode ser otimizada, enquanto ao mesmo tempo não mudar o processo de montagem simples, fazendo o volume da projeção em uma parte de um tamanho tal que, levando em conta a expansão térmica das duas partes, o material da projeção enche completamente o recesso na outra parte,
10 mesmo no estado refrigerado. Para este propósito, o formato da circunferência da projeção em uma parte pode ser combinado com o formato da abertura do recesso na outra parte de tal maneira que a projeção é capaz de ser deslizada dentro da abertura quando está no estado onde é aquecido à temperatura de forjamento quente, e de tal maneira que a altura da projeção é
15 maior que a profundidade do recesso.

Uma vantagem significativa da invenção se encontra no fato de que a maneira de acordo com a invenção de produzir um pistão permite que os materiais respectivos que são selecionados para as duas partes das quais o pistão é montado, sejam aqueles que são combinados de modo ótimo com as tensões que atuam nas partes respectivas em operação. Desta
20 maneira, a invenção torna possível, quando se seleciona os materiais respectivos, levar em conta não somente as tensões mecânicas respectivas, mas também as tensões que surgem como um resultado de, por exemplo, efeitos térmicos ou químicos aos quais um pistão, de acordo com a invenção, está exposto em uso prático.
25

É portanto proposto em uma modalidade particularmente vantajosa da invenção que uma parte de um pistão, de acordo com a invenção, que uma parte de um pistão, de acordo com a invenção, seja fabricado a partir de um primeiro material e que a outra parte seja fabricada a partir de
30 um segundo material que é diferente do primeiro material. Como uma função da área particular de uso, a primeira parte, por exemplo, pode portanto ser previamente fabricado de aço de uma primeira classe e a segunda parte de

aço de uma segunda classe, ou a primeira parte de uma classe de aço e a segunda parte de outro material metálico e em particular um metal leve, ou a primeira parte de uma cerâmica e a segunda parte de um material metálico. Também o forjamento quente sendo usado como um método de fabricação
5 prévia para materiais forjáveis, a fabricação prévia por sinterização, pode também ser usado de acordo com a invenção pelo menos para a parte de cabeçote do pistão. O material de partida para a parte de cabeçote do pistão é então metal em pó para sinterização.

A invenção também permite que as partes individuais das quais
10 um pistão é montado em uma maneira de acordo com a invenção de ser diferentemente tratado por calor ou diferentemente tratado em alguma outra maneira para permitir que as tensões que atuam nas partes respectivas na prática.

A produção e configuração de acordo com a invenção de um
15 pistão para motores de combustão interna fornecem assim uma ampla faixa de meios possíveis de otimização que permitem que pistões deste tipo sejam combinados com seus usos pretendidos respectivos na maneira ótima.

O pistão de acordo com a invenção é desenhado de modo que, enquanto é capaz de ser produzido facilmente, satisfaz as demandas feitas
20 de pistões atuais. Desta maneira, é montado de duas partes produzidas por forjamento quente, que são conectadas juntas por encaixe positivo. Ao mesmo tempo, no entanto, na região da transição entre o cabeçote do pistão e a saia do pistão, um espaço livre envolvente que é conhecido per se por meio do qual o calor que surge em uso prático é dissipado em termos de
25 uma passagem de refrigeração. Para obter isto, é formado em uma parte, de acordo com a invenção, um receptáculo que é circundado por uma parede circunferencial e, neste receptáculo, um recesso que é circundado por uma parte de colar circundante que é alinhada para ser inclinada a um ângulo com o eixo longitudinal do pistão de tal maneira que é formado pelo menos
30 um rebaixamento que é enchido de modo substancialmente completo a fim de realizar o engate mútuo positivo de material de uma projeção que é formada na outra parte, o dito espaço livre sendo deixado entre a superfície

circunferencial externa da parte de colar e a superfície circunferencial interna da parede circunferencial.

A invenção é explicada em detalhe abaixo por referência aos desenhos que mostram uma modalidade. Nos desenhos, que são seções longitudinais esquemáticas:

a figura 1 mostra um pistão montado a partir de duas partes.

a figura 2 mostra as partes das quais o pistão mostrado na figura 1 é montado.

a figura 3 e a figura 4 mostram duas das etapas de operação que são realizadas quando a primeira parte do pistão está sendo produzida.

O pistão 1 é montado a partir de uma primeira parte de cabeçote 2 do pistão que forma seu cabeçote e uma segunda parte de saia 3 do pistão que forma sua saia, cujas partes são conectadas juntas por encaixe positivo e fricção na região de uma zona de junta 4 que é formada entre a parte de cabeçote 2 do pistão e a parte de saia 3 do mesmo. A parte de cabeçote 2 do pistão, a parte da saia 3 do pistão e também a conexão por fricção e encaixe positivo entre as ditas duas partes 2, 3 são produzidas neste caso por operações de forjamento quente.

A parte de cabeçote 2 do pistão é produzida a partir de uma peça bruta de aço por forjamento quente e é de um formato básico do tipo disco. Formado nesta face terminal 5 da parte de cabeçote 2 do pistão, que está associado em uso prático com uma câmara de combustão (não mostrada) em um bloco de motor (igualmente não mostrado), está uma estampagem 6 para a câmara de combustão. Seguindo a partir da face terminal 5 existe uma parede circunferencial 7 que aponta na direção da parte de saia 3 do pistão e que circunda um receptáculo 9 que é formado nesta face terminal 8 da parte de cabeçote 2 do pistão que está associado com a parte de saia 3 do pistão. A área no fundo do receptáculo 9 está situada oposta à parte de saia 3 do pistão e um recesso 10 é formado na mesma.

Para produzir a parte de cabeçote 2 do pistão, uma pré-forma (não mostrada) é produzida primeiramente por achatamento simples a partir de uma peça bruta de aço (igualmente não mostrada) que é aquecida a uma

temperatura de forjamento de aproximadamente 1050°C, de cuja pré-forma é então produzida uma peça bruta de cabeçote de pistão 2a, cujo formato básico já corresponde aquele da parte de cabeçote 2 do pistão, por meio de uma ferramenta de forjamento (também não mostrada). O recesso 10, em
5 seu formato irregular, já foi formado neste caso na peça bruta de cabeçote de pistão 2a por meio da ferramenta de forjamento. Ao mesmo tempo, uma projeção não rebaixada 12a foi formada na peça bruta de cabeçote de pistão 2a pela ferramenta de forjamento, cuja projeção 12a circunda o recesso 10 em uma forma anular e está alinhada na direção oposta à direção R em que
10 a ferramenta de forjamento (não mostrada) atua. No caso da peça bruta de cabeçote de pistão 2a, a face da parede interna do recesso 10 circundada pela projeção 12a é assim substancialmente cilíndrica.

A calibração da peça bruta de cabeçote de pistão 2a então ocorre em uma etapa de operação de forjamento adicional. Para este propósito,
15 a peça bruta de cabeçote de pistão 2a é colocada em uma ferramenta de calibração de duas peças K cuja parte de fundo K1, associada com a face terminal 5 da peça bruta de cabeçote de pistão 2a, copia o formato acabado da estampagem 6 para a câmara de combustão na parte de cabeçote 2 do pistão. A parte de topo K2 da ferramenta de calibração K tem por contraste,
20 em seu lado associado com a parte de fundo K1 da ferramenta, uma projeção V que se estende em torno em um formato anular e que é suportada por uma placa E.

Esta projeção V está disposta de modo que, quando uma peça bruta de cabeçote de pistão 2a está estendida na parte de fundo K1 da ferramenta por sua face terminal 5, a dita projeção V aponta dentro do espaço
25 anular S que está presente entre a projeção 12a e a parede circunferencial 7 da peça bruta de cabeçote de pistão 2a. Partindo da extremidade livre da projeção V, a superfície circunferencial interna U da mesma forma um ângulo obtuso β de 115-120° com o lado de baixo da placa E que suporta a projeção V, e a projeção V é assim mais espessa em seção transversal na região
30 de sua raiz que limita com a placa E do que na região de sua ponta livre. Ao mesmo tempo, a superfície circunferencial externa da projeção V se estende

paralela à superfície interna da parede circunferencial 7.

Quando a ferramenta de calibração K2 é abaixada, a projeção V engata no espaço anular S e sua superfície circunferencial interna U impacta na projeção 12a na peça bruta de cabeçote de pistão 2a. Desta maneira, uma força lateral Q direcionada para o recesso 10 é exercida na projeção 12a e o material da projeção 12a é deslocado por esta força lateral Q para o recesso 10.

Logo que a ferramenta de calibração K2 atingiu sua posição mais baixa, em que a ponta de sua projeção V é assentada contra o fundo do espaço anular S, a projeção 12a na peça bruta de cabeçote de pistão 2a foi formatada dentro da parte de colar 12, que está agora disposta em uma posição onde está inclinada a um ângulo α de aproximadamente 25-30° com o eixo longitudinal L da parte de cabeçote 2 do pistão.

Desta maneira, a abertura circular 11 do recesso 10 é circundada pela parte de colar circundante 12 que se projeta livremente dentro do receptáculo 9 e que, partindo da área de piso igualmente circular 13 do recesso 10, é alinhado na direção longitudinal L da parte de cabeçote 2 do pistão. Desta maneira, a área de piso 13 é mais larga que a área ocupada pela abertura 11. Ao mesmo tempo, um rebaixamento 14 é formado na região do ângulo α que é formado entre a área de piso 13 e a parte de colar 12 que está disposta para ser inclinada, cujo rebaixamento 14 não pode ser obtido por um movimento que ocorre somente paralelo ao eixo longitudinal L.

A parte de saia 3 do pistão é igualmente produzida a partir de uma peça bruta de aço cilíndrica por uma pluralidade de operações de forjamento quente. Para este propósito, a peça bruta (não mostrada) foi colocada na matriz de um aparelho de forjamento (não mostrado igualmente) em que, partindo de uma face terminal da peça bruta e por meio de uma punção, um recesso 15 na parte de saia 3 do pistão foi então formado em uma primeira etapa de forjamento, cujo recesso 15 está na parte traseira com relação à parte de cabeçote 2 do pistão no estado completamente montado. Ao mesmo tempo, uma projeção cilíndrica 16 e um ressalto 17, que segue sem um degrau a partir da projeção 16 e a envolve, foram formados na regi-

ão da outra face terminal da peça bruta, os formatos da projeção cilíndrica 16 e do ressalto 17 foram predeterminados pela matriz do aparelho de forjamento. A peça bruta que foi pré-contornada desta maneira foi então completamente formatada em uma segunda etapa de forjamento. Além de diferenças menores, as dimensões geométricas da parte de saia 3 do pistão, que é obtida desta maneira, correspondem ao tamanho final que é exigido e existem assim somente pequenas quantidades de pós-processamento mecânico que têm que ser realizados (produção de formato quase final).

Na parte da saia 3 do pistão que é colocada em um estado acabado desta maneira, a projeção 16 que se funde na parte principal 18 da parte de saia 3 do pistão sem um degrau por meio do ressalto 17, é formada na face terminal situada oposta ao recesso 10. A parte principal 18 compreende em essência uma parede circundante em que são formadas, dentre outras coisas, as aberturas de montagem (não visíveis aqui) para uma haste de conexão do motor de combustão interna para o qual o pistão 1 é pretendido. Exceto que é subdimensionado, o diâmetro D da projeção 16 corresponde neste caso ao diâmetro da abertura 11 do recesso 10 na parte de cabeçote 2 do pistão, permitindo assim que a projeção 16 seja introduzida dentro do recesso 10 na parte de cabeçote 2 do pistão com uma pequena quantidade de folga. A transição da projeção 16 para a face terminal 19 é formada para ser contínua e livre de quaisquer degraus, isto é, é formada para não ter um ressalto em ângulo reto. Esta configuração torna mais fácil para a projeção 16 ser introduzida no recesso 10.

Para simplificar a introdução da projeção 16 em um grau adicional e ao mesmo tempo torná-la possível para a parte de cabeçote 2 do pistão e a parte de saia 3 do mesmo ser alinhadas com precisão particular, a projeção pode ser formada para afunilar ligeiramente, partindo do ressalto 17, na direção de sua face terminal livre 19.

A altura H da projeção 16 é maior neste caso que a profundidade T do recesso 10. Sendo assim, as dimensões da projeção 16 na parte de saia 3 do pistão são assim combinadas, com as dimensões do recesso 10 na parte de cabeçote 2 do pistão, enquanto permite uma proporção V_k pela

qual o volume da projeção 16 se retrai na medida em que resfria depois que a parte de saia 3 do pistão foi conectada na parte de cabeçote 2 do mesmo. Onde a parte de saia 3 e a parte de cabeçote 2 do pistão são produzidas a partir de aço e onde este volume do recesso 19 que deve ser enchido pelo material da projeção 16 é V_1 , este volume extra V_k funciona como $V_k = V_1 \times 0,014$.

Para assegurar que existe uma conexão entre as partes 2 e 3 que é sempre sólida sob todas as condições de temperatura, o volume V_2 da projeção 16 é portanto $V_2 = V_1 + V_k$, o volume adicional V_k sendo formado particularmente na região da projeção 16, cuja projeção 16 está associada com a parte de colar 12 da parte de cabeçote 2 do pistão depois da junção da parte de saia 3 e a parte de cabeçote 2 do pistão.

Para conectar a parte de cabeçote 2 do pistão com sua parte de saia 3, a parte de saia 3 do pistão é aquecida primeiro a uma temperatura de forjamento de aproximadamente 1050° , enquanto a parte de cabeçote 2 do pistão permanece a temperatura ambiente.

As duas partes 2, 3 são então posicionadas em receptáculos adequadamente formatados em um aparelho de compressão (não mostrado) de tal maneira que seus eixos longitudinais L estão em linha um com o outro e a projeção 16 na parte de saia 3 do pistão e o recesso 10 na parte de cabeçote 2 do pistão estão voltadas uma para a outra. As partes 2, 3 são então movidas, uma para a outra, até que a face terminal livre 19 termine na área de piso 13 do recesso 10. Uma força compressiva P atuando na direção do eixo longitudinal L é então exercida na parte de cabeçote 2 do pistão e/ou na parte de saia 3 do mesmo. Esta força é suficientemente grande para o material M da projeção 16 na parte da saia 3 do pistão, que foi aquecido à temperatura de forjamento, fluir dentro do espaço no recesso 10 que, até agora, estava livre na região do rebaixamento 14.

O processo de compressão é continuado até que a borda livre da parte de colar 12 é assentada na parte oca 20 na qual a projeção 16 se funde dentro do ressalto adjacente 17 na parte de saia 3 do pistão. Neste estado, o material de aço da projeção 16 enche completamente o recesso 10

incluindo o rebaixamento 14. A parte de cabeçote 2 do pistão é agora conectado à parte de saia 3 por encaixe positivo pelo material da projeção 16 que encaixa atrás da parte de colar 12.

5 O enchimento excessivo do recesso 10 que ocorre como um resultado do volume adicional V_k da projeção 16 é compensado pela deformação elástica da parte de colar 12. A parte de colar 12, tendo sido deformada desta maneira, se move de volta para seu formato original na medida que resfria e o engate mútuo positivo que é criado pelo enchimento do recesso 10 é assim suplementado por um engate friccional que é causado pelo travamento mútuo e retorno elástico do material da projeção 16 e da parte de colar 12, que não é, ou não completamente, deformada plasticamente.

Porque a parte de borda da parte de colar 12 penetra ligeiramente dentro do material da parte de saia 32 do pistão, a parte de cabeçote 2 do pistão é, ao mesmo tempo, suportada no ressalto 17 por meio da parte de colar 12 de tal maneira que, mesmo quando as tensões na região da estampagem 6 para a câmara de combustão são distribuídos de modo adverso, é assegurado que forças serão transmitidas uniformemente da parte de cabeçote 2 do pistão para a parte de saia 3 do mesmo.

Entre a superfície circunferencial externa da parte de colar 12 e a superfície circunferencial interna da parede circunferencial 7 é deixado, neste caso, um espaço livre circundante 21 de uma forma do tipo canal que está disponível em uso prático para dissipar calor da parte de cabeçote 2 do pistão, particularmente na região da parede circunferencial altamente tensionada 7.

25 Para a parte de cabeçote 2 do pistão a ser conectada em sua parte de saia 3, é, basicamente, possível para ambas as partes serem aquecidas à temperatura de forjamento quente. É, no entanto, suficiente somente que a parte de saia 3 do pistão, ou mesmo somente a projeção 16 na parte de saia 3 do pistão, seja aquecida à temperatura de forjamento quente enquanto nenhum aumento deliberado é feito na temperatura da parte de cabeçote 2 do pistão. Independente de se a projeção 16 é aquecida por si mesma ou junto com a parte de saia inteira 3 do pistão, o recesso 10 na par-

te de cabeçote do pistão atua neste caso como uma matriz de formação para a reformatação da projeção 16 na parte de saia 3 do pistão que é exigida para conectar a parte de saia 3 e a parte de cabeça 2 do pistão juntas. A parte de cabeça 2 do pistão pode então ser deixada na parte de fundo K1 da ferramenta nesta etapa de reformatação. Desta maneira, a parte de fundo K1 da ferramenta pode ser usada não somente para calibrar a peça bruta 2a da parte de cabeçote 2 do pistão, mas também como uma ferramenta para conectar a parte de cabeçote 2 do pistão em sua parte de saia 3. Os custos de ferramenta podem ser reduzidos desta maneira e não existe também necessidade da ferramenta de forjamento ser mudada entre as operações individuais que, no todo, tem o efeito benéfico nos custos de produção.

NUMERAIS DE REFERÊNCIA

- 1 - pistão
- 2 - parte de cabeçote do pistão
- 15 2a - peça bruta de cabeçote de pistão
- 3 - parte de saia do pistão
- 4 - zona de junta
- 5 - face terminal da parte de cabeçote 2 do pistão e da peça bruta de cabeçote de pistão 2a
- 20 6 - estampagem para câmara de combustão
- 7 - parede circunferencial da parte de cabeçote 2 do pistão e da peça bruta de cabeçote de pistão 2a
- 8 - segunda face terminal da parte de cabeçote 2 do pistão
- 9 - receptáculo na parte de cabeçote 2 do pistão
- 25 10 - recesso
- 11 - abertura do recesso 10
- 12 - parte de colar
- 12a - projeção da peça bruta de cabeçote de pistão 2a
- 13 - área de piso do recesso 10
- 30 14 - rebaixamento
- 15 - recesso na parte traseira da parte de saia 3 do pistão
- 16 - projeção

- 17 - ressalto
- 18 - parte principal da parte de saia 3 do pistão
- 19 - face terminal da projeção 16
- 20 - ranhura na transição da projeção 16 para o ressalto 17
- 5 21 - espaço livre
 - α, β - ângulos
 - D - diâmetro da projeção 16
 - E - placa
 - H - altura da projeção 16
- 10 K1 - parte de fundo da ferramenta de calibração K
 - K2 - parte de topo da ferramenta de calibração K
 - K - ferramenta de calibração
 - L - eixo longitudinal do pistão 1 e das partes 2, 3
 - M - material da projeção 16
- 15 P - força compressiva
 - R - direção na qual a ferramenta de forjamento atua
 - T - profundidade do recesso 10
 - V - projeção na parte K1 da ferramenta
 - S - espaço anular
- 20 U - superfície circunferencial interna da projeção V
 - Q - força

REIVINDICAÇÕES

1. Método para produzir um pistão (1) para motores de combustão interna, em que:

5 - uma primeira parte (2) é pré-fabricada por forjamento quente e um recesso (10), que tem pelo menos um rebaixamento (14), é formado na primeira parte (2) no curso desta pré-fabricação formando na primeira parte (2), por meio de uma ferramenta de formatação, uma projeção (12) que é direcionada substancialmente na direção oposta àquela em que a ferramenta atua, em cuja projeção (12) uma força lateral, que é direcionada para o
10 receptáculo (10) é então aplicada para formar o rebaixamento (14),

 - uma segunda parte (3) é pré-fabricada por forjamento quente e uma projeção (16) é formada nesta segunda parte (3), cujas dimensões são combinadas com as dimensões do recesso (10) de tal maneira que a projeção (16) pode ser deslizada livremente dentro do recesso (10) da primeira
15 parte (2) e seu volume é pelo menos igual ao volume circundado pelo recesso (10),

 - as duas partes (2, 3) são unidas de modo que a projeção (16) de uma parte (3) engata no recesso (10) da outra parte (2), e

 - uma força compressiva é aplicada nas duas partes (2, 3), que
20 foram unidades, que é suficientemente grande e alinhada de modo que o material da projeção (16) de uma parte (3) flui dentro do recesso (10) na outra parte (2) e enche completamente para conectar as partes (2, 3) por encaixe positivo.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
25 fato de que o recesso (10) e a projeção (16) são formados em faces terminais respectivas das partes (2, 3) respectivamente associadas a eles.

3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que uma parte (2) forma o cabeçote do cilindro (1) a ser produzido e a outra parte (3) forma a saia do mesmo.

30 4. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a projeção (16) está associada com a parte de saia (3) do pistão e o recesso (10) com a parte de cabeçote (2) do mesmo.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o recesso (10) tem uma abertura circular (11).

5 6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a abertura (11) do recesso (10) é de uma área que é menor que a área de piso projetada (13) do recesso (10), cuja área de piso projetada (13) está situada oposta à abertura.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que, para formar o rebaixamento (14), pelo menos uma parte ou partes da superfície circunferencial que circunda o recesso (10) são alinhadas, partindo da área de piso (13), para ser inclinada na direção da área (13) da abertura.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que, quando a força é aplicada para fazer a conexão de encaixe positivo entre as primeira e segunda partes (2,3), a parte (3) que é fornecida com a projeção (16) é aquecida à temperatura de forjamento pelo menos na região da projeção (16).

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a direção na qual a força compressiva (P) atua, é alinhada para ser coaxial com a direção longitudinal da projeção (16) e do recesso (10).

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o volume da projeção (16) de uma parte (3) é de um tamanho tal que, levando em conta a expansão térmica das duas partes (2, 3), o material da projeção (16) enche completamente o recesso (10) da outra parte (2) mesmo no estado resfriado.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o formato da circunferência da projeção (16) em uma parte (3) é combinado com o formato da abertura (11) do recesso (10) na outra parte (2) de tal maneira que a projeção (16) é capaz de ser deslizada dentro da abertura (11) quando está no estado onde é aquecido à temperatura de forjamento quente, e em que a altura (H) da projeção (16) é maior que a pro-

fundidade (T) do recesso (10).

12. Pistão para motores de combustão interna, produzido a partir de duas partes (2, 3) produzidas por forjamento quente, que são conectadas por encaixe positivo, em que é formado em uma parte (2) um receptáculo (9) que é circundado por uma parede circunferencial (7) e, neste receptáculo (9), um recesso (10) que é circundado por uma parte de colar circundante (12) que é alinhada para ser inclinada a um ângulo (α) com o eixo longitudinal (L) do pistão (1) de tal maneira que é formado pelo menos um rebaixamento (14) que é substancialmente enchido completamente a fim de realizar o encaixe positivo de material de uma projeção (16) que é formada na outra parte (3), um espaço livre circundante (21) sendo deixado entre a superfície circunferencial externa da parte de colar (12) e a superfície circunferencial interna da parede circunferencial (7).

13. Pistão, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o recesso (10) e a projeção (16) são formados em faces terminais respectivas das partes (2, 3) respectivamente associadas com eles.

14. Pistão, de acordo com cada uma das reivindicações 12 e 13, caracterizado pelo fato de que uma parte (2) forma o cabeçote do pistão e a outra parte (3) forma a saia do mesmo.

15. Pistão, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a projeção (16) está associada com a parte de saia (3) do pistão e o recesso (10) com a parte de cabeçote (2) do mesmo.

16. Pistão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 15, caracterizado pelo fato de que o recesso (10) tem uma abertura circular (11).

17. Pistão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 16, caracterizado pelo fato de que um ressalto (17) é formado na transição da projeção (16) para a parte principal (18) da parte (3) associada com a projeção (16).

18. Pistão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 17, caracterizado pelo fato de que o material da parte que é fornecida com a projeção (16) circunda pelo menos uma parte da parte de colar (12).

19. Pistão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 18, caracterizado pelo fato de que uma parte (2) é composta de um primeiro material e a outra parte (3) é composta de um segundo material que é diferente do primeiro material.

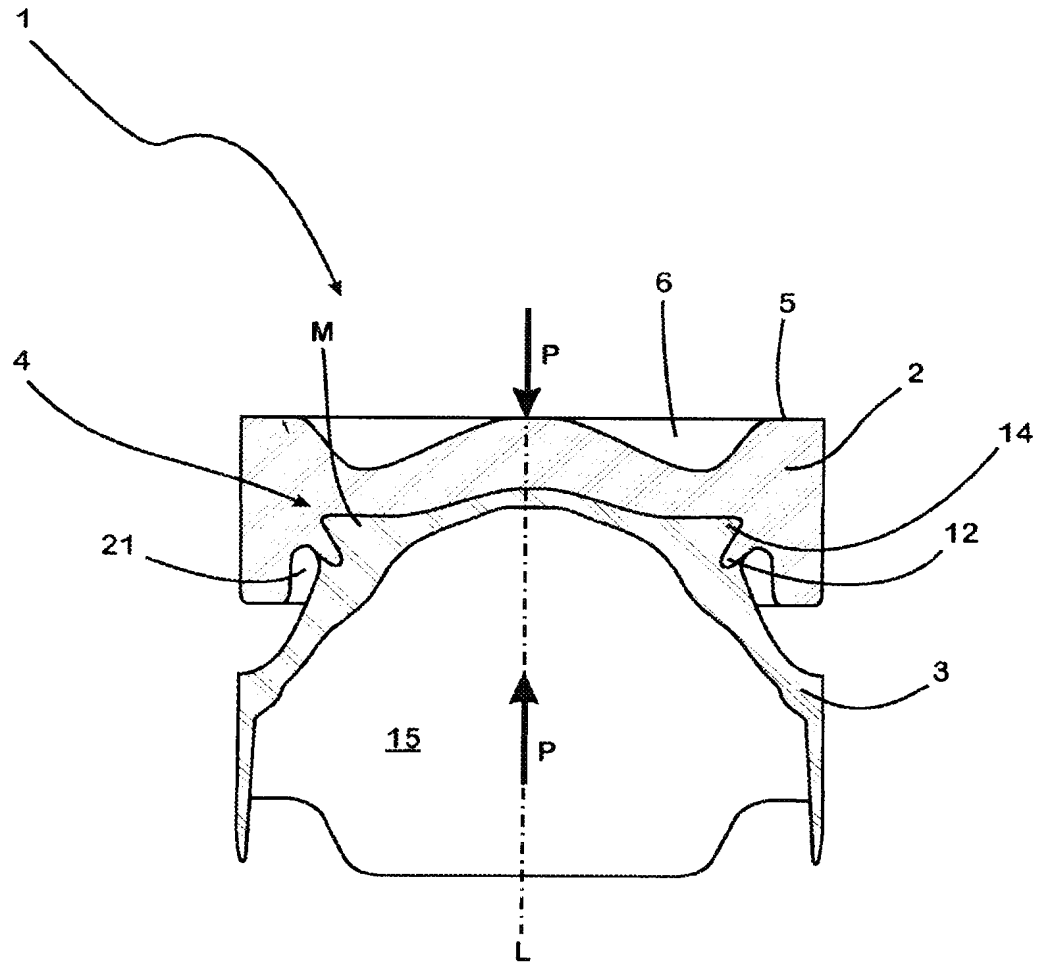


Fig. 1

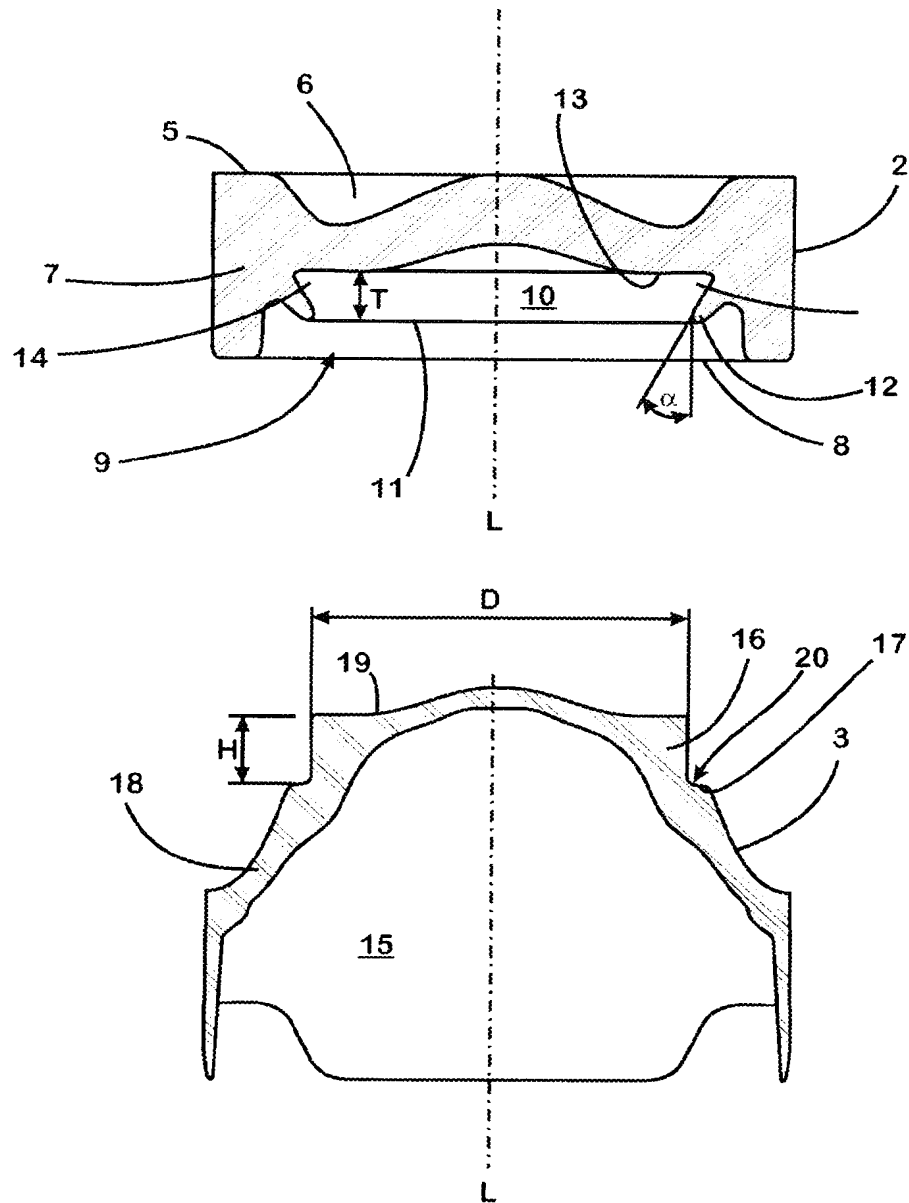
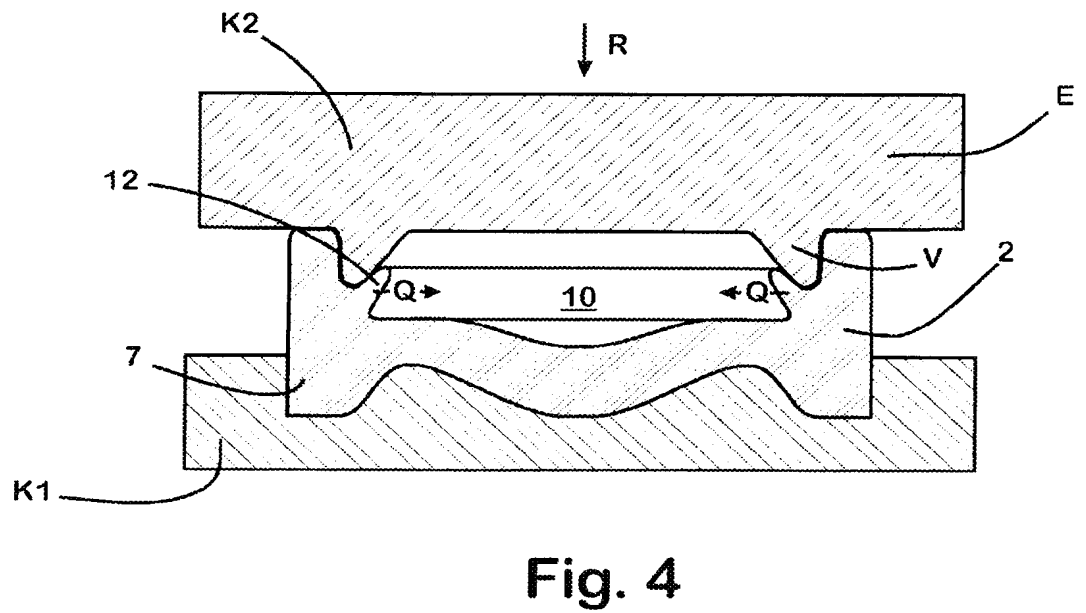
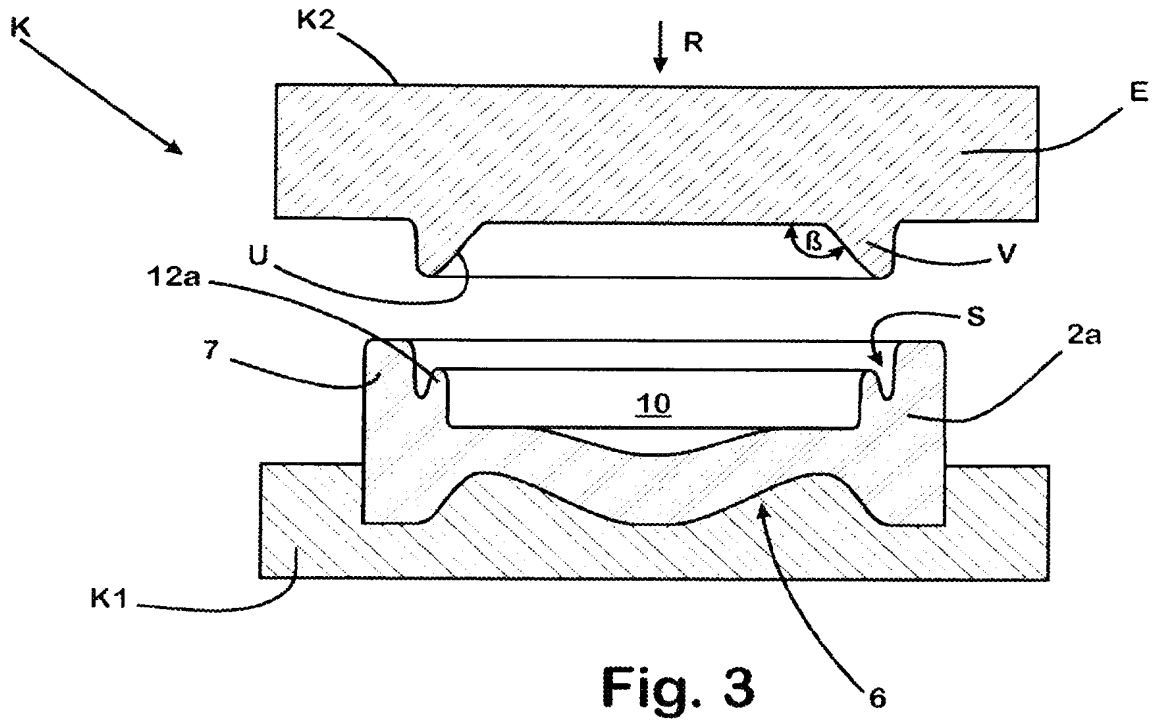


Fig. 2



RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA PRODUZIR UM PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA E PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA"**.

5 A presente invenção refere-se a um método para produzir um pistão (1) para motores de combustão interna e a um pistão para um motor de combustão interna, em que:

 - uma primeira parte (2) é pré-fabricada por forjamento quente e um recesso, que tem pelo menos um rebaixamento (14), é formado na primeira parte (2) no curso desta pré-fabricação formando na primeira parte (2),
10 por meio de uma ferramenta de formatação, uma projeção (12) que é direcionada substancialmente na direção oposta àquela em que a ferramenta atua, em cuja projeção (12) uma força lateral, que é direcionada para o receptáculo é então aplicada para formar o rebaixamento (14),

15 - uma segunda parte (3) é pré-fabricada por forjamento quente é formada nesta segunda parte (3), uma projeção cujas dimensões são combinadas com as dimensões do recesso de tal maneira que a projeção pode ser deslizada livremente dentro do recesso da primeira parte (2) e seu volume é pelo menos igual ao volume circundado pelo recesso,

20 - as duas partes (2, 3) são unidas de modo que a projeção de uma parte (3) engata no recesso da outra parte (2), e

 - uma força compressiva é aplicada nas duas partes (2, 3), que foram unidades, que é suficientemente grande e alinhada de modo que o material da projeção de uma parte (3) flui dentro do recesso na outra parte
25 (2) e enche completamente para conectar as partes (2, 3) por encaixe positivo.