



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

(11) PI 0517892-4 B1



(22) Data do Depósito: 23/11/2005

(45) Data de Concessão: 06/11/2018

(54) Título: PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM PISTÃO PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO

(51) Int.Cl.: F02F 3/28; B22D 19/00; F02B 23/06.

(30) Prioridade Unionista: 24/11/2004 DE 10 2004 056 519.8.

(73) Titular(es): MAHLE GMBH.

(72) Inventor(es): WILFRIED SANDER.

(86) Pedido PCT: PCT DE2005002108 de 23/11/2005

(87) Publicação PCT: WO 2006/056183 de 01/06/2006

(85) Data do Início da Fase Nacional: 24/05/2007

(57) Resumo: PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM PISTÃO PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO. A presente invenção refere-se a um proposto um processo para produzir um pistão (1) para um motor de combustão com uma gamela de combustão (2), sendo que, inicialmente, um pré-molde de fibras anulares (3) é preso no molde de fundição para reforço da borda da gamela de combustão (2). Em seguida, uma fusão de alumínio-cobre, com reduzido teor de silício, é vertida no molde de fundição, sendo infiltrado pelo pré-molde de fibras (3) e sendo moldado na borda da gamela no decurso do processo de fundição. A peça bruta do pistão, produzida desta forma, será, então subseqüentemente compactada por uma prensagem isostática em alta temperatura, antes do acabamento do pistão (1) em um processo de usinagem com remoção de aparas. Além disso, os flancos e as áreas de base da 2ª a e 3ª a ranhuras anulares (7,8) podem ser revestidos por meio de oxidação anódica e as perfurações dos cubos podem ser alisadas e reforçadas por faceamento. Deste modo, resulta um pistão de qualidade bastante alta, podendo ser sujeito por cargas intensas.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM PISTÃO PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO"**.

[001] A presente invenção refere-se a um processo para produzir um pistão para um motor de combustão com uma gamela de combustão, sendo que um pré-molde de fibras, de formato anelar, está previsto para reforçar a borda da gamela de combustão, estando presa no interior do molde de fundição e, em seguida, será vertido, no referido molde de fundição, uma fusão de alumínio-cobre, com reduzido índice de silício, quando for formado um diferencial de pressão de tal ordem entre a fusão de alumínio-cobre e o pré-molde será fibras, que o pré-molde de fibras é totalmente infiltrado na fusão de alumínio-cobre, com o que o pré-molde de fibras será configurado na borda da gamela.

[002] Este processo de produção passou a ser conhecido da Patente Alemã DE 34 30 056 C1. Constitui desvantagem, no caso, que uma fusão de alumínio-cobre recebe no enrijecimento um déficit de volume relativamente grande, o que produz uma microporosidade muito extensa no material enrijecido e, portanto, uma redução considerável da resistência deste material.

[003] Partindo desta situação, constitui objetivo da presente invenção aperfeiçoar o processo conhecido para a produção de pistões de uma liga de alumínio-cobre, com reduzido teor de silício, de tal ordem que possam ser produzidos pistões que estejam adequados para uma sujeição de pressão de ignição de mais de 200 bar, sendo que, desta forma, a resistência do material do pistão é aperfeiçoada em tal extensão que no fundo do pistão podem ser configurados, sem problemas, gamelas de combustão rebaixadas e de arestas agudas.

[004] Esta tarefa é solucionada de acordo com a invenção, por compactação sequencial da peça bruta do pistão, produzida de acordo com o processo mencionado, o que é concretizado através da prensa-

gem isostática a quente, resultando um pistão de qualidade bastante aprimorada e podendo ser sujeito a cargas elevadas.

[005] Configurações convenientes da invenção ocorrem, quando, especialmente pela configuração de uma camada de óxido de alumínio, resistente a desgaste, nos flancos e nas superfícies básicas da 2ª e 3ª ranhura anelares, por meio de oxidação anódica e faceamento das perfurações do cubo, é logrado um adicional aprimoramento da qualidade do pistão consoante a invenção.

[006] O processo, preconizado pela invenção, para produzir um pistão para um motor de combustão, será, em seguida, descrito com base nos desenhos. As figuras mostram:

[007] Figura 1 uma vista superior do fundo de um pistão produzido de acordo com o processo da invenção, e

[008] Figura 2 um corte dividido em duas seções ao longo do eixo do pistão, sendo que a metade esquerda da imagem mostra um corte pelo pistão, ao longo do eixo de cubo B, e a metade esquerda da imagem apresenta um corte ao longo do eixo A, correlato em posição perpendicular.

[009] Para configurar um processo consoante à invenção, visando a produção de um pistão 1 para um motor de combustão, especialmente para um motor diesel, é usada uma liga de alumínio-cobre, amplamente isenta de silício, a qual pode estar constituída da seguinte maneira, sendo que as indicações numéricas indicam os percentuais em peso dos diferentes componentes da liga:

Cu	3,5 até 4,5
Ni	1,7 até 2,3
Mg	1,2 até 1,8
Si	máximo 0,7
Fe	máximo 1,0
Mn	máximo 0,35

Ti	máximo 0,25
Zn	máximo 0,35
Al	restante.

[0010] Uma outra liga adequada para a produção do pistão 1 de acordo com o processo da invenção, consiste nos seguintes componentes (indicações numéricas representam percentuais em peso)

Cu	1,8 até 2,7
Mg	1,2 até 1,8
Fe	0,9 até 1,4
Ni	0,8 até 1,4
Si	máximo 0,25
Al	restante.

[0011] Para produzir o pistão 1 com uma gamela de combustão 2, é usado um processo de fundição, por meio do qual a borda da gamela de combustão 2 é reforçada por um pré-molde de fibras 3 e, além disso, o pistão 1 pode ser provido com um suporte anelar 4 para um anel compactador. Este processo de fundição deve ter a propriedade de produzir um diferencial de pressão suficientemente extenso entre a fusão e o pré-molde de fibras 3, a fim de que o pré-molde de fibras 3, antes de enrijecer, seja totalmente infiltrado com a fusão, usada no processo da fundição. Em seguida, tanto as fibras individuais do pré-molde de fibras 3, como também o próprio pré-molde de fibras 3, estarão fixamente unidas com a seção restante do pistão 1.

[0012] As fibras do pré-molde de fibras 3 são configuradas como fibras curtas de material cerâmico, por exemplo, de óxido de alumínio. O pré-molde de fibras 3, na forma de um corpo anelar de seção transversal retangular, é produzido por serem as fibras inicialmente preparadas em forma de uma suspensão aquosa, contendo um aglutinante. Em seguida, a suspensão será introduzida em uma forma permeável à água, correspondente ao formato do pré-molde de fibras 3, na qual é

escoada a água da suspensão. O corpo resultante em forma do pré-molde de fibras 3 será seco, podendo ser mecanicamente pós-prensado para aprimorar a sua resistência. No caso, é visada uma parcela de fibras por unidade volumétrica da ordem de 10% a 20%.

[0013] A partir do estado da técnica, são conhecidos vários processos de fundição para produzir o pistão consoante à invenção. Em um processo de fundição, ou seja, a prensagem líquida direta, inicialmente o pré-molde de fibras 3 e o suporte anelar 4 são integrados e fixados em um molde de fundição estacionário. No caso, o pré-molde de fibras 3 para ficar posicionado coaxialmente para com o eixo do pistão 10 e no plano do fundo do pistão 5, e o suporte anelar 4 será posicionado coaxialmente para com o eixo do pistão 10 e em uma extensão axial da borda do pistão 6, correspondente ao fundo do pistão 5. Em seguida, a fusão líquida de alumínio é vertida no molde de fundição, e um núcleo de moldagem, com mobilidade axial, é mergulhado no molde de fundição, fechando inicialmente este molde de fundição para depois exercer pressão sobre a fusão em processo de enrijecimento lento.

[0014] A pressão exercida sobre a fusão de alumínio produz, por um lado, que o pré-molde de fibras 3 seja infiltrado pela fusão. Por outro lado, a pressão exercida sobre a fusão conduz a uma redução da porosidade do alumínio enrijecido. Isto pode resultar em uma resistência do material do pistão, suficiente para determinados fins.

[0015] Um outro processo de fundição com a designação de Processo de Fundição RMD, que é uma abreviação para "*robot aided medium diecasting*" também está bem adequada para a produção do pistão de acordo com a invenção. No caso, inicialmente o suporte anelar 4 será fixado no molde de fundição no ponto para tal previsto. Em seguida, o molde de fundição será fechado com uma tampa que apresenta vários tubos de sucção, previstos em posição radial externa,

unidos com uma bomba de vácuo, desembocando nesses pontos no compartimento interno do molde fundição, de tal sorte que nas aberturas dos tubos de sucção encoste o pré-molde de fibras 3, sendo mantido no respectivo ponto previsto pelo vácuo reinante no interior dos tubos. Através de uma abertura de alimentação, disposto no centro da tampa, a fusão de alumínio-cobre será agora introduzida no molde de fundição, sendo que o vácuo reinante no interior dos tubos, faz com que o pré-molde de fibras 3, assim mantida nos tubos de sucção, seja infiltrada pela fusão. Além disso, a abertura de alimentação está acoplada com uma linha de ar pressurizado, sobre a qual, após o enchimento do molde de fundição, juntamente com a fusão é introduzido ar altamente pressurizado no interior do molde de fundição, fazendo com que a porosidade na liga de alumínio-cobre enrijecida seja reduzida, o que produz, para determinados fins, uma resistência suficiente do pistão.

[0016] Não obstante, se o pistão estiver previsto para finalidades que exigem maior resistência do material do pistão e, portanto, maior redução da porosidade, a peça bruta fundida do pistão será pós-compactada por prensagem isostática a quente (HIP).

[0017] Para tanto, o pistão é introduzido em uma autoclave, em cujo interior o gás é forçosamente introduzido com uma temperatura de 400°C até 600°C e com uma pressão de 700a 1000 b ar. Após um tempo de permanência de aproximadamente 4 a 6 horas, o processo de compactação de material do pistão estará encerrado, e o pistão 1 apresentará nas regiões sob a superfície da fusão, uma contextura de material densa, sem porosidade.

[0018] Em seguida, a peça bruta do pistão receberá forma final, mostrada na figura 2, através de um processo de acabamento com remoção de aparas.

[0019] Para melhorar ainda mais a qualidade do pistão 1, os flan-

cos e as faces básicas da 2ª e da 3ª ranhuras anelares 7 e 8, sujeitas com especial intensidade em um pistão diesel, através de oxidação anódica podem receber uma camada à prova de desgaste. No caso é empregado o processo do revestimentos eletivo, sendo que as áreas do pistão que não devem ser revestidas, são encobertas. No presente caso, todo o pistão, à exceção da 2ª e 3ª ranhuras anelares 7 e 8, é revestido com uma camada de cobertura, após isso o pistão 1 será acoplado ao pólo positivo de uma fonte de corrente contínua, sendo submerso em um eletrólito, por exemplo, ácido sulfúrico. Além disso, um ou vários cátodos acoplados ao pólo negativo da fonte de corrente contínua, serão submersos no eletrólito. No fluxo de corrente forma-se, nas superfícies das 2ª e 3ª ranhuras anelares, uma camada de óxido de alumínio compacta e à prova de desgaste.

[0020] As perfurações de cubo 9 também estão expostas a uma sujeição especial no caso dos pistões a diesel. Constitui auxílio, no caso, o processo do faceamento para a usinagem fina das perfurações de cubo 9, especialmente indicado para pistões de uma liga de alumínio-cobre com reduzido teor de silício. No caso, uma ou várias unidades de faceamento são sujeitas com uma força voltada aproximadamente em sentido perpendicular para a superfície de rolamento do cubo, sendo movidas sobre a face de rolamento. Como consequência, também as menores desigualdades da superfície de rolamento do cubo serão alisadas. Além disso, são introduzidas tensões específicas de pressão no material, com o que é aprimorada a resistência da superfície interna do cubo. Estas tensões específicas de pressão, em virtude da elevada resistência ao valor de ligas de alumínio-cobre, com reduzido teor de silício, são preservadas durante longo tempo, não sendo eliminadas por relaxamento. Além disso, neste material a recristalização que se inicia após a deformação a frio no contexto do processo do faceamento, decorre sem uma alteração essencial de volume, de ma-

neira que tensões de tração indesejadas no material são evitadas.

LISTAGEM DE REFERÊNCIAS

A	Eixo transversal
B	Eixo de cubo
1	Pistão
2	Gamela de combustão
3	Pré-molde de fibras
4	Suporte anelar
5	Fundo de pistão
6	Borda do pistão
7	2a. Ranhura anelar
8	3a. Ranhura anelar
9	Perfuração de cubo
10	Eixo de pistão.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a produção de um pistão (1) para um motor de combustão com uma gamela de combustão (2) com as seguintes etapas processuais,

fixação do pré-molde de fibras (3) de formato anelar com um forma adequada para reforçar a borda da gamela de combustão (2), no interior de um molde de fundição para o pistão (1) em sentido coaxial para com o eixo do pistão (10) no plano do fundo do pistão (5),

fixação de um suporte anelar (4) em sentido coaxial para com o eixo do pistão (10) em uma distância do fundo do pistão (5) no molde de fundição, correspondente ao comprimento axial da borda do pistão (6),

introdução de uma fusão de alumínio-cobre com reduzido teor de silício no interior do molde de fundição, visando produzir uma peça bruta do pistão,

formação de um diferencial de pressão entre a fusão de alumínio-cobre e o pré-molde de fibras (3) para infiltração da fusão de alumínio-cobre no interior do pré-molde de fibras (3),

usinagem da peça bruta do pistão por meio de um processo de acabamento com remoção de aparas para finalização do pistão (1), sendo que no pistão (1) é configurada uma 2ª e 3ª ranhura anelar (7, 8), sendo configurados no pistão (1) cubos de pino com perfurações de cubo (9),

caracterizado pelo fato de que após a etapa de infiltração da fusão de alumínio-cobre no interior do pré-molde de fibras (3) e antes da usinagem da peça bruta ocorre uma pós-compactação da peça bruta do pistão por prensagem isostática a quente.

2. Processo para a produção de um pistão (1), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que com a fusão de alumínio-cobre é mesclado cobre de 1,8 até 4,5 por cento em peso e

silício com o máximo de 0,7 por cento em peso.

3. Processo para a produção de um pistão (1), de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que na produção do pré-molde de fibras (3), são utilizadas fibras de material cerâmico, de tal modo compactadas que resulta uma parcela das fibras por unidade volumétrica de 10% a 20%.

4. Processo para a produção de um pistão (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o diferencial de pressão entre a fusão de alumínio-cobre e o pré-molde de fibras (3) é produzido pelo fato de o pré-molde de fibras (3) ser mantido por tubos de sucção dentro do molde de fundição, sendo que nos tubos de sucção reina um vácuo de tal forma que a fusão de alumínio-cobre é aspirada no pré-molde de fibras (3), infiltrando este pré-molde de fibras (3).

5. Processo para a produção de um pistão (1), de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que na prensagem isostática a quente, o pistão (1) fica durante 4 a 6 horas no interior de uma autoclave, onde é introduzido gás de modo forçado com uma temperatura de 400°C até 600°C, e com uma pressão de 700 até 1000 bar.

6. Processo para a produção de um pistão (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que nos flancos e nas superfícies de base das 2ª e 3ª ranhuras anelares (7, 8) por meio de oxidação anódica, é formada uma camada de óxido de alumínio, sendo que todo o pistão (1) à exceção da 2ª e 3ª ranhura anelar (7, 8) é coberto com uma camada de cobertura, sendo acoplado no pólo positivo de uma fonte de corrente contínua e sendo submersa em um eletrólito, em cujo recipiente adicionalmente é mergulhado um cátodo, acoplado ao pólo negativo da fonte de corrente contínua.

7. Processo para produção de um pistão (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as perfurações de cubo (9) são alisadas e solidificadas com o auxílio do processo de faceamento.

1/1

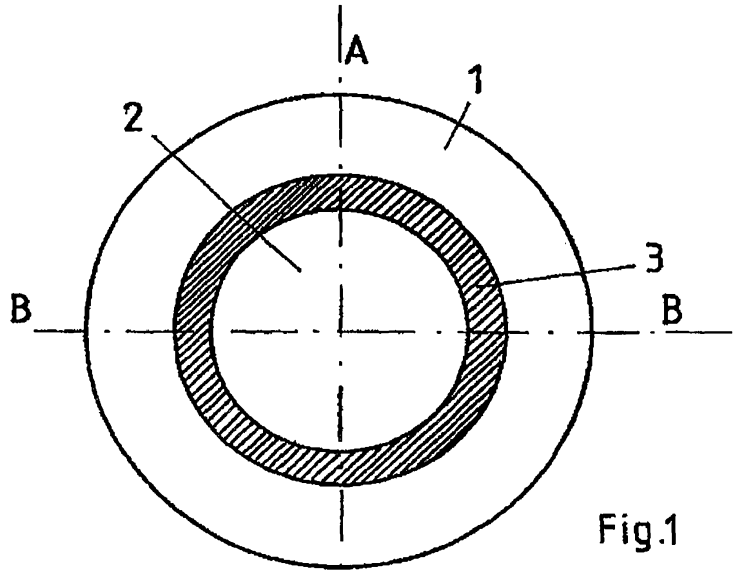


Fig.1

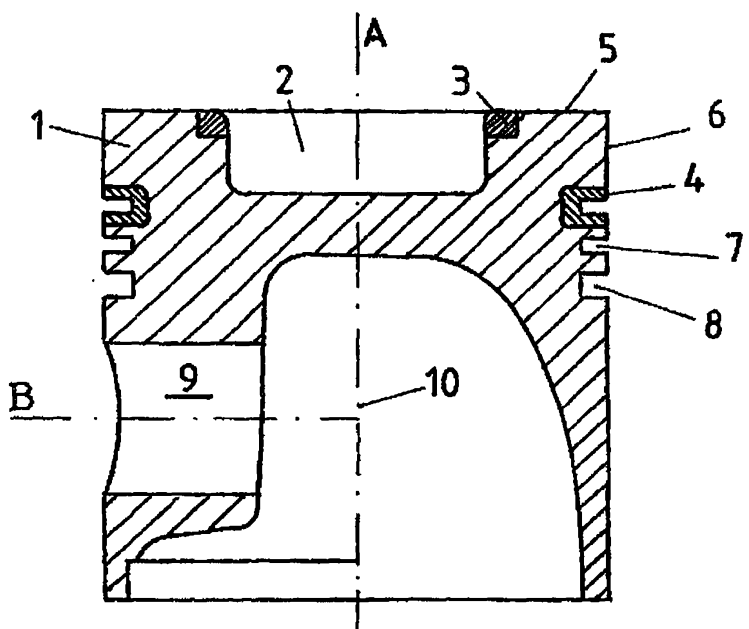


Fig.2