

(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES
(PCT)

(19) Organização Mundial da
Propriedade Intelectual
Secretaria Internacional



(10) Número de Publicação Internacional
WO 2014/040156 A1

(43) Data de Publicação Internacional
20 de Março de 2014 (20.03.2014)

WIPO | PCT

(51) Classificação Internacional de Patentes :
B23K 20/12 (2006.01) *F02F 3/14* (2006.01)

(21) Número do Pedido Internacional :
PCT/BR2013/000353

(22) Data do Depósito Internacional :
11 de Setembro de 2013 (11.09.2013)

(25) Língua de Depósito Internacional : Português

(26) Língua de Publicação : Português

(30) Dados Relativos à Prioridade :
BR102012022941 2
11 de Setembro de 2012 (11.09.2012) BR

(71) Requerentes : MAHLE METAL LEVE S/A [BR/BR];
Rodovia Anhanguera, Sentido Interior - Capital, Km.49,7,
13210-877 - Jundiaí - SP (BR). MAHLE
INTERNATIONAL GMBH [DE/DE]; Pragstraße 26-46,
70376 Stuttgart (DE).

(72) Inventores : VIEIRA DE MORAIS, Paulo Roberto; Rua
Boa Vista, 10 - Jardim Represa, 09843-130, São Bernardo
do Cam o - SP (BR). MEIRELLES TOMANIK, Antônio
Eduardo; Rua João de Souza Dias, 854, apto 72, 04618-
003, São Paulo SP (BR). FLORES, Denys; Rua Barão do
Triunfo 1096 apt.51, 04602-004, São Paulo - SP (BR).

(74) Mandatário : DANNEMANN, SIEMSEN, BIGLER &
IPANEMA MOREIRA; Caixa Postal 2142, Rua Marquês
de Olinda, 70, CEP-22251-040 Rio de Janeiro, RJ (BR).

(81) Estados Designados (*sem indicação contrária, para todos
os tipos de proteção nacional existentes*) : AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,

(Continua na página seguinte)

(54) Title : AN ENGINE PISTON AND A PROCESS FOR MAKING AN ENGINE PISTON

(54) Título : PISTÃO DE MOTOR E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM PISTÃO DE MOTOR

1
↓

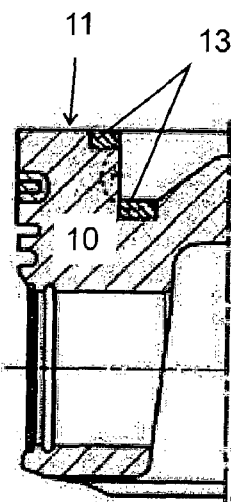


Fig. 3

(57) Abstract : The present invention relates to an engine piston for use on internal combustion engines, provided with a substantially circular aluminum-based body (10) defining a top portion (11) that has at least one cavity (110), at least one coating layer (12) being applied onto at least a part of the area defined by the top portion or cavity (11, 110), and at least one chemical compound (13) is formed from the reaction that takes place between the base material and the coating layer (12) due to the friction generated by the dragging movement of a non-consumable rotary pin (14) with the coating layer (12).

(57) Resumo : A presente invenção refere-se a um pistão de motor, para uso em motores de combustão interna, dotado de um corpo (10) à base de alumínio substancialmente circular definindo uma porção de topo (11) que contém pelo menos uma cavidade (110), pelo menos uma camada de revestimento (12) é aplicada a pelo menos parte da área definida pela porção de topo ou cavidade (11,110), e, pelo menos um composto químico (13) é formado a partir da reação química ocorrida entre o material base e a camada de revestimento (12) a partir do atrito gerado pela movimentação de arraste um pino rotacional (14) não consumível em relação à camada de revestimento (12).



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Estados Designados (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção regional existentes*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), Europeu (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

Publicado:

- *com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))*
- *com informação relativa a incorporação por referência de partes omissas e/ou elementos (Regra 20.6)*

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PISTÃO DE MOTOR E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM PISTÃO DE MOTOR"**.

A presente invenção refere-se a um pistão de motor de alumínio, particularmente, mas não obrigatoriamente um pistão para uso em motores
5 que operam segundo os ciclos Otto e Diesel, no qual ocorre a formação de um material compósito metálico em pelo menos parte da região da cabeça ou topo, obtido a partir da fricção de uma ferramenta não consumível por sobre um revestimento especialmente aplicado.

A presente invenção refere-se ainda ao processo de fabricação
10 desse pistão de motor.

Descrição do Estado da Técnica

Os motores de combustão interna a pistão possuem um ou mais cilindros no interior dos quais um pistão realiza movimento alternado. O pistão comprime ar ou a mistura ar-combustível (dependendo do motor em
15 questão) e a cabeça ou topo do pistão (sua superfície superior) é quem recebe o impacto direto da explosão da mistura ar combustível. Nos motores que operam segundo o ciclo Diesel, o esforço a que é submetido o topo do pistão é ainda maior, dada as elevadas razões de compressão necessárias para a ignição da mistura ar-combustível.

20 Atualmente, os cada vez mais restritivos limites de consumo, emissão de poluentes e ruídos a que estão sendo submetidos os fabricantes de veículos como automóveis, utilitários e veículos comerciais pesados estão levando à necessidade de se projetar motores cada vez menores e econômicos, porém capazes de gerar elevados valores de torque e potência.

25 Isso é conseguido por meio da redução na capacidade cúbica (cilindrada) do motor (um conceito denominado *downsizing*), aliado ao uso de valores cada vez maiores de pressão de sobrealimentação (aumento na pressão de turbo) e do redesenho dos componentes internos do motor. Essas novas premissas de projeto e funcionamento geram um aumento considerável de carga térmica na cabeça dos pistões, exigindo o desenvolvimento
30 de soluções que garantam alta durabilidade ao motor durante sua operação normal.

Ao lado do grande esforço a que o pistão é submetido devido às elevadas razões de compressão, uma característica intrínseca dos motores diesel é a existência de um rebaixo especialmente desenhado no topo do pistão, e que define grande parte do volume da câmara de combustão.

5 Estes elevados carregamentos térmicos são especialmente críticos nas regiões de borda e fundo de câmara, rebaixo desenhado para permitir maior volume de combustão. E, quando construídos em ligas leves, como as de alumínio, a operação do componente pode fraturar por fadiga térmica a estas regiões críticas, podendo alterar os parâmetros da explosão
10 e até, em casos mais extremos, interferir no funcionamento do motor.

Existem diversas formas de se sanar esse inconveniente, reforçando a resistência da cabeça do pistão na região da câmara de combustão, porém nenhuma delas tão efetiva quanto a solução que foi criada pelo depositante após longos testes e estudos.

15 Algumas soluções atualmente conhecidas e que podem ser utilizadas para aumentar a resistência da superfície do rebaixo correspondente à câmara de combustão na cabeça do pistão.

O documento de patente japonês JP2007064129 refere-se a um processo para tornar o canaleta de um pistão mais resistente por meio da
20 fricção de uma ferramenta pela movimentação rotacional relativa entre pistão e ferramenta ao mesmo tempo em que a ferramenta rotaciona em relação ao seu próprio eixo. O canaleta é formado na área de fricção.

Este documento refere-se, principalmente, ao aumento da resistência ao desgaste provocado pelos anéis no canaleta do pistão. Esta me-
25 lhora é obtida pelo atrito de pino não consumível devido ao refinamento provocado pelos intensos, atrito, calor e deformação plástica do material.

Esta técnica anterior é importante por revelar que tal processamento já é possível para ligas de alumínio de pistões, mas ainda não há adição de nenhum elemento de reforço mecânico, como exigido na cabeça do
30 pistão.

O documento de patente britânico GB2367027 refere-se a um pistão de motor ao qual é aplicado um segundo material por sobre o material

base do pistão. Pelo menos parte de um recesso presente na cabeça do pistão é formado, em parte do qual há a presença do segundo material. A região do segundo material é formada na base do pistão a partir da fricção de uma ferramenta no topo do pistão, onde o calor de atrito gerado entre ambos, plastificando o material adjacente à ferramenta. A movimentação contínua da ferramenta forma o segundo material e o mistura com o primeiro material nas extremidades da reunião mantendo-os unidos. Em essência, este documento refere-se simplesmente à solda de dois materiais diferentes, ainda que de composições similares, para formar uma cabeça com maior resistência mecânica. Ainda que o conceito de compósito seja uma alternativa, a diferença reside na existência uma junta soldada entre diferentes materiais e não a uma modificação do substrato, como proposto pela depositante.

O documento de patente WO2008/131273 revela um método criogênico para aumentar a interface entre partículas de metal e óxido de metal que pode aumentar a eficiência da reação exotérmica entre esses materiais. Uma das reações exotérmicas descritas é $2\text{Al}_{(s)} + 3\text{CuO}_{(s)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{Cu}_{(s)}$, a outra sendo $2\text{Al}_{(s)} + 3\text{Cu}_2\text{O}_{(s)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_{3(s)} + 6\text{Cu}_{(s)}$. Qualquer que seja a reação ocorrida, ela é seguida da reação complementar $2\text{Al}_{(s)} + \text{Cu}_{(s)} \rightarrow \text{Al}_2\text{Cu}_{(s)}$.

O documento de patente europeu EP 0460901 refere-se a um método para obtenção de uma superfície de material compósito metálico em uma superfície convexa como um pistão de motor. O método compreende rotacionar uma ferramenta não consumível sobre um substrato que contém uma camada de partículas cerâmicas duras, sendo que o atrito e calor fazem com que estas partículas sejam incorporadas à superfície do substrato. Este documento, entretanto, refere-se somente à incorporação de partículas *ex situ* (sintetizadas previamente e depositadas sobre a superfície) e não faz nenhuma menção à presença de Al_2Cu como elemento de reforço.

Como se vê, nenhum dos documentos de técnica anterior acima revela a solução desenvolvida pela depositante, que é um pistão de motor de alumínio aperfeiçoado pelo fato de que em pelo menos parte de sua cabeça ou topo é aplicado um revestimento de cobre puro ou oxidado, após o

qual um pino não consumível é rotacionado e concomitantemente arrastado por sobre o revestimento de óxido de cobre, provocando uma reação exotérmica com o substrato do pistão (à base de alumínio), ocasionando uma dispersão homogênea de partículas finas e duras de Al_2Cu (fase *theta*) e Al_2O_3 . Além da deposição, ocorre um grande refinamento de grão, devido à taxa de deformação e temperatura decorrentes.

Opcionalmente, o substrato processado pode ser submetido ao resfriamento forçado com nitrogênio líquido, ou mistura de nitrogênio líquido e metanol, ou ainda outras soluções similares, a fim de obter-se maior refinamento localizado dos grãos do substrato. Ainda, tratamentos posteriores de solubilização e precipitação são possíveis.

Em relação à técnica anterior EP 0460901, a presente invenção apresenta diferenças consideráveis, sobretudo ao fato de que partículas *in situ* nela existentes possuem maior compatibilidade química com o substrato, são naturalmente menores, sem necessidade de trabalhos intensos de cominuição ("fragmentação"). Como a síntese ocorre durante o processamento, inexistente gradiente de dilatação térmica entre partícula e matriz e, portanto, proporciona maior carregamento das partículas e, consequente, melhor desempenho da resistência mecânica.

20 Objetivos da Invenção

A presente invenção tem por objetivo um pistão de motor, particularmente mas não obrigatoriamente um pistão para uso em motores que operam segundo os ciclos Otto e Diesel, no qual ocorre a formação de um material compósito metálico em pelo menos parte da região da cabeça ou topo, obtido a partir da fricção de uma ferramenta não consumível por sobre um revestimento especialmente aplicado.

A presente invenção refere-se ainda ao processo de fabricação do pistão de motor ora objetivado, aplicado antes da usinagem final do componente e que possui a vantagem de não ocasionar distorções térmicas.

30 Breve descrição da invenção

Os objetivos da presente invenção são alcançados por um pistão de motor, para uso em motores de combustão interna, dotado de um corpo à

base de alumínio substancialmente circular definindo uma porção de topo que contém pelo menos uma cavidade, onde pelo menos uma camada de revestimento é aplicada a pelo menos parte da área definida pela porção de topo ou cavidade, e, pelo menos um composto químico é formado a partir da
5 reação química ocorrida entre o material base e a camada de revestimento a partir do atrito gerado pela movimentação de arraste um pino rotacional não consumível em relação à camada de revestimento.

Também, os objetivos da presente invenção são alcançados por um processo de fabricação de um pistão de motor, para uso em motores de
10 combustão interna, dotado de um corpo à base de alumínio substancialmente circular definindo uma porção de topo, que compreende as seguintes etapas:

Etapa i) aplicação de uma camada de revestimento a pelo menos parte da área definida pela porção de topo, e

15 Etapa ii) formação de pelo menos um composto químico a partir da reação química ocorrida entre o material base e a camada de revestimento a partir do atrito gerado pela movimentação de arraste um pino rotacional não consumível em relação à camada de revestimento.

Opcionalmente, o processo inclui as seguintes etapas:

20 Etapa iii) resfriamento forçado por nitrogênio líquido, e

Etapa iv) tratamento térmico de solubilização e/ou precipitação.

Descrição resumida dos desenhos

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em um exemplo de execução representado nos desenhos. As
25 figuras mostram:

Figura 1 - é uma vista em corte do pistão de motor objeto da presente invenção após a aplicação de um revestimento à base de cobre e anteriormente à etapa de atrito com o pino não consumível.

30 Figura 2 - é uma vista esquemática do pino não consumível rotacionando em torno de seu próprio eixo e sendo arrastado em relação ao pistão, atritando com o revestimento à base de cobre.

Figura 3 - é uma vista em corte do pistão de motor objeto da

presente invenção após a aplicação de um revestimento à base de cobre e após a etapa de atrito com o pino não consumível.

Descrição Detalhada das Figuras

5 A presente invenção refere-se a um pistão de motor 1 à base de alumínio, no qual ocorre a formação de um material compósito metálico em pelo menos parte da região da cabeça ou topo, obtido a partir da fricção de uma ferramenta não consumível por sobre um revestimento especialmente aplicado.

10 Conforme mencionado anteriormente, atualmente, os limites de consumo, emissão de poluentes e ruídos a que estão sendo submetidos os fabricantes de veículos como automóveis, utilitários e veículos comerciais pesados são cada vez mais restritivos e estão levando à necessidade de se projetar motores cada vez menores e econômicos, porém capazes de gerar elevados valores de torque e potência (*downsizing*).

15 A presente invenção confere ao pistão, em especial à superfície do rebaixo existente em seu topo e ao fundo da cavidade que representa a câmara de combustão, uma maior resistência mecânica, advinda do aumento de partículas resistentes à fadiga e ao refinamento de grãos da liga de alumínio de que é constituído.

20 Em primeiro lugar, cumpre notar que o presente pistão pode assumir qualquer configuração necessária ou desejável, em função do motor que equipará. Assim, ainda que preferivelmente o aumento de resistência seja necessário em pistões de motor a Diesel que apresentam rebaixo na cabeça para a definição da câmara de combustão, é evidente que a presente
25 solução pode ser utilizada independentemente da forma específica do topo do pistão, que pode ser côncavo, convexo, com recesso para abertura das válvulas ou ainda com qualquer outro desenho.

Da mesma forma, o pistão pode ser configurado de tal forma que o aumento de resistência seja necessário não em porções específicas de
30 sua região de topo, mas na saia, em um ou mais canaletes, no orifício para posicionamento do pino ou ainda quem qualquer outro local necessário ou desejável.

Qualquer que seja a configuração do pistão 1, entretanto, ele deve imperiosamente ser formado por uma liga de alumínio, a fim de que ocorram as reações que serão descritas mais adiante.

Uma concretização preferível não limitante do pistão de motor 1
5 objeto da presente invenção está revelada nas figuras 1 a 3 e refere-se a um pistão de motor Diesel. O pistão é dotado de um corpo 10 à base de alumínio substancialmente circular definindo uma porção de topo 11, que apresenta uma cavidade 110 que define a câmara de combustão.

Estudos efetuados pela depositante detectaram que, como aumento da potência e torque gerados por motores cada vez menores, há uma
10 sobrecarga cada vez maior em certas áreas da região que define a câmara de combustão, em especial na porção anelar mais inferior da cavidade e em sua aresta superior externa. Com o uso do motor, tendem a ocorrer trincas nessas regiões, as quais diminuem a vida útil do pistão e, em alguns casos,
15 obrigar à substituição do pistão e outros componentes do motor.

Por conta disso, ao pistão 1 objeto da presente invenção recebe a aplicação de pelo menos uma camada de revestimento 12 em pelo menos parte da área definida pela porção de topo 11.

Na concretização preferível ilustrada nas figuras, é aplicada uma
20 camada de revestimento 12 de cobre puro ou oxidado pelo menos na porção anelar mais inferior da cavidade provida no topo do pistão e em sua aresta superior externa, por serem as regiões mais suscetíveis ao desgaste, mas é evidente que uma ou mais camadas podem ser aplicadas em outras partes do pistão se necessário ou desejável.

É importante ainda notar que a camada de revestimento 12 pode
25 ser formada não somente por cobre puro ou oxidado, mas também por uma camada composta de alumínio e alumina, ou alumínio e carbonitreto de boro, ou ainda alumínio e nanotubos de carbono e podem ser aplicadas/depositadas por qualquer processo conhecido pelos técnicos no assunto, como por exemplo eletrodeposição, aspersão de pós, fios, ou soluções, a
30 quente ou a frio ou ainda qualquer outro.

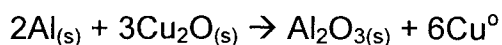
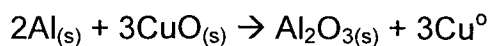
Voltando à descrição do pistão 1, um pino rotacional de arraste

14, não consumível, é atritado contra o pistão em pelo menos parte da região na qual foi aplicada a camada de revestimento 12. O pino de arraste 14 rotaciona em torno de seu próprio eixo e se movimenta arrasando-se em relação ao pistão, em uma situação de atrito que gera calor (vide simulação esquemática na figura 2). Assim, pelo menos um composto químico 13 é formado a partir da reação química ocorrida entre o material base e a camada de revestimento 12 a partir do atrito gerado pela movimentação de arraste um pino rotacional 14 não consumível em relação à camada de revestimento 12.

Descrevendo mais pormenorizadamente, o calor liberado faz com que ocorra uma reação química entre os elementos da camada de revestimento 12 e o metal base (alumínio) do pistão, criando uma nova substância que apresenta maior resistência mecânica. Adicionalmente, o calor e a deformação oriundos do atrito entre pino 14 e revestimento 12 ocasiona o refinamento dos grãos de alumínio e silício presentes na liga base do pistão.

Cumpra-se notar que o pino 14 é do tipo não consumível porque ele não altera sua estrutura com a temperatura e nem troca material com o pistão por conta do calor. Não há deposição de material externo (*ex situ*) ao revestimento e base do pistão devido ao atrito gerado pelo pino 14. As reações químicas ocorrem somente entre os elementos do pistão e revestimento (*in situ*), e em decorrência do aquecimento. E as partículas *in situ* existentes no pistão têm potencial de serem menores e mais compatíveis com o material, significando melhor coesão e não degradação, dentre outros.

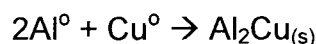
Nessa concretização preferível do pistão 1 ilustrado nas figuras, o calor oriundo do atrito do pino 14 em relação ao revestimento 12 ocasiona as reações químicas abaixo, mas é evidente que elas podem variar em função do revestimento 12 utilizado:



Duas reações são possíveis nesta primeira etapa, a depender da oxidação da camada depositada e a energia térmica que se deseja liberar.

A seguir, qualquer que seja a reação ocorrida, ela é seguida da

reação complementar abaixo:



A formação de $\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$ e $\text{Al}_2\text{Cu}_{(s)}$ (fase teta) confere às regiões onde eles estão presentes uma maior resistência mecânica que, aliada ao refinamento dos grãos de alumínio e silício presentes na liga base do pistão, tornam a peça bastante mais resistente ao desgaste.

Alternativamente, se necessário ou desejável, os a camada de revestimento 12 e o pino de arraste 14 são tais que o calor oriundo do atrito do pino 14 em relação ao revestimento 12 ocasiona a formação de óxido de cromo trivalente (Cr_2O_3).

Após a aplicação do pino rotativo, o pistão pode ou não sofrer algum outro tipo de operação, como resfriamento forçado e tratamentos térmicos de solubilização e/ou precipitação. Na concretização preferível ilustrada nas figuras, a geração dos novos materiais ocorre antes de uma última operação de usinagem da cavidade referente à câmara de combustão. Essa usinagem remove restos da camada de revestimento 12 que não foram afetados pelo calor oriundo do atrito do pino 14.

O controle da força de compressão do pino, sua rotação e a velocidade de seu arraste em relação à camada de revestimento determinam a espessura ou profundidade da camada de novo composto 13 nas as regiões onde foi criado. No pistão ora ilustrado, a espessura da camada 13 é de cerca de 6 milímetros, mas é evidente que ela pode variar sem que o pistão resultante deixe de estar incluído no escopo de proteção das reivindicações apensas.

O pistão 1 objeto da presente invenção apresenta uma técnica inovadora para a criação de compostos mais resistentes à fadiga térmica em um pistão à base de alumínio, sendo por isso novo e dotado de atividade inventiva frente às técnicas anteriores.

É ainda uma invenção nova e dotada de atividade inventiva um processo de fabricação do pistão objeto da presente invenção.

Em essência, trata-se de um pistão de motor, para uso em motores de combustão interna, dotado de um corpo à base de alumínio substan-

cialmente circular definindo uma porção de topo, caracterizado pelo fato de que compreende as seguintes etapas:

Etapa i) aplicação de uma camada de revestimento 12 a pelo menos parte da área definida pela porção de topo 11, e

5 Etapa ii) formação de pelo menos um composto químico 13 a partir da reação química ocorrida entre o material base e a camada de revestimento 12 a partir do atrito gerado pela movimentação de arraste um pino rotacional 14 não consumível em relação à camada de revestimento 12.

10 A etapa (i) compreende a aplicação da camada de revestimento 12 pelo processo de eletrodeposição, aspersão de pós, fios, ou soluções, a quente ou a frio (*electroplating, thermal spray* ou *cold spray*).

15 Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Pistão de motor, para uso em motores de combustão interna, dotado de um corpo (10) à base de alumínio substancialmente circular definindo uma porção de topo (11) que contém pelo menos uma cavidade (110),
5 o pistão sendo caracterizado pelo fato de que pelo menos uma camada de revestimento (12) é aplicada a pelo menos parte da área definida pela porção de topo ou cavidade (11,110), e, pelo menos um composto químico (13) é formado a partir da reação química ocorrida entre o material base e a camada de revestimento (12) a partir do atrito gerado pela movimentação de
10 arraste um pino rotacional (14) não consumível em relação à camada de revestimento (12).

2. Pistão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada de revestimento é formada por Cobre puro ou oxidado, Al+SiC, Al+Al₂O₃, Al+BCN ou Al+CNT, dentre outros.

15 3. Pistão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada de revestimento é formada por óxido de cromo trivalente (Cr₂O₃).

4. Pistão de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o composto químico obtido a formado a partir da reação química
20 ocorrida entre o material base e a camada de revestimento (12) a partir do atrito gerado pela movimentação de arraste um pino rotacional (14) não consumível em relação à camada de revestimento (12) é Al₂Cu_(s).

5. Pistão de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que há dois compostos químicos obtido e formado a partir da reação
25 química ocorrida entre o material base e a camada de revestimento (12) a partir do atrito gerado pela movimentação de arraste um pino rotacional (14) não consumível em relação à camada de revestimento (12), quais sejam, Al₂O_{3(s)} e Cu⁰.

6. Pistão de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a camada de material de revestimento (12) é aplicada pelo processo de eletrodeposição, aspersão de pós, fios, ou soluções, a quente ou a
30 frio.

7. Processo de fabricação de um pistão de motor, para uso em motores de combustão interna, dotado de um corpo (10) à base de alumínio substancialmente circular definindo uma porção de topo (11), caracterizado pelo fato de que compreende as seguintes etapas:

5 Etapa i) aplicação de uma camada de revestimento (12) a pelo menos parte da área definida pela porção de topo (11), e

 Etapa ii) formação de pelo menos um composto químico (13) a partir da reação química ocorrida entre o material base e a camada de revestimento (12) a partir do atrito gerado pela movimentação de arraste um
10 pino rotacional (14) não consumível em relação à camada de revestimento (12).

 8. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a etapa (i) compreende a aplicação da camada de revestimento (12) pelo processo de eletrodeposição, aspersão de pós, fios, ou soluções, a
15 quente ou a frio.

 9. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o processo inclui as seguintes etapas opcionais:

 Etapa iii) resfriamento forçado por nitrogênio líquido, e

 Etapa iv) tratamento térmico de solubilização e/ou precipitação.

1/1

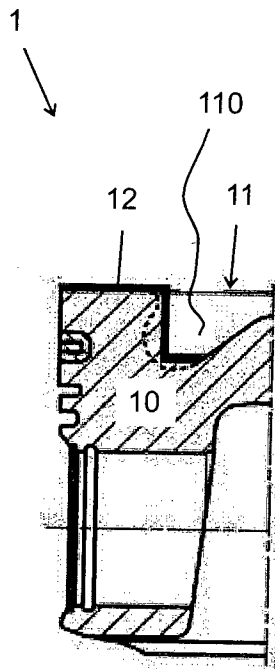


Fig. 1

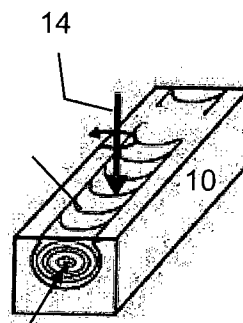


Fig. 2

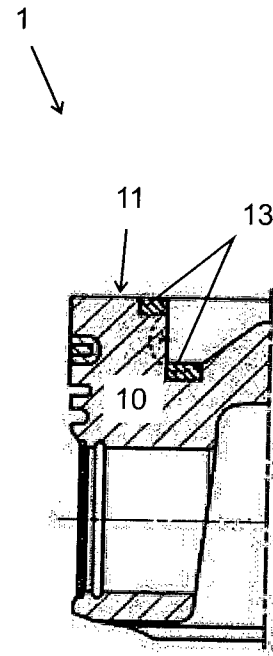


Fig. 3

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

INV. B23K20/12 F02F3/14

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC

B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)

B23K F02F

Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados

Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)

EP0-Internal

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
A	DE 199 01 770 A1 (UNISIA JECS CORP [JP]) 22 de julho de 1999 (1999-07-22) coluna 3, linha 14 - coluna 5, linha 25; figuras -----	1,7
A	GB 2 367 027 A (FEDERAL MOGUL TECHNOLOGY LTD [GB]) 27 de março de 2002 (2002-03-27) citado na aplicação resumo; figuras -----	1,7
A	EP 0 843 024 A1 (FUJI VALVE [JP]) 20 de maio de 1998 (1998-05-20) todo o documento -----	1,7
A	EP 2 025 776 A1 (YANMAR CO LTD [JP]) 18 de fevereiro de 2009 (2009-02-18) resumo; figuras -----	1

☐ Documentos adicionais estão listados na continuação do Quadro C☒ Ver o anexo de família da patentes

* Categorias especiais dos documentos citados:

"A"	documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.	"T"	documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não conflita com o depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.
"E"	depósito ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional.	"X"	documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.
"L"	documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial (como especificado).	"Y"	documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com um outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.
"O"	documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.	"&"	documento membro da mesma família de patentes.
"P"	documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.		

Data da conclusão da pesquisa internacional

17/12/2013

Data do envio do relatório de pesquisa internacional:

03/01/2014

Nome e endereço da ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Nº de fax:

Funcionário autorizado

Mouton, Jean

Nº de telefone:

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL
 Informação relativa a membros da família da patentes

Depósito internacional Nº

PCT/BR2013/000353

DE 19901770	A1	22-07-1999	DE JP	19901770 H11200948	A1 A	22-07-1999 27-07-1999

GB 2367027	A	27-03-2002	AU EP GB JP US WO	7434001 1295023 2367027 2004502071 2003150418 0201059	A A1 A A A1 A1	08-01-2002 26-03-2003 27-03-2002 22-01-2004 14-08-2003 03-01-2002

EP 0843024	A1	20-05-1998	DE DE EP JP US	69709297 69709297 0843024 H10141019 6209197	D1 T2 A1 A B1	31-01-2002 19-09-2002 20-05-1998 26-05-1998 03-04-2001

EP 2025776	A1	18-02-2009	CN CN EP JP JP KR KR US WO	101484611 102352505 2025776 5101838 2007308736 20090028529 20110119834 2009255504 2007132587	A A A1 B2 A A A A1 A1	15-07-2009 15-02-2012 18-02-2009 19-12-2012 29-11-2007 18-03-2009 02-11-2011 15-10-2009 22-11-2007

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/BR2013/000353

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K20/12 F02F3/14
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B23K F02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 01 770 A1 (UNISIA JECS CORP [JP]) 22 July 1999 (1999-07-22) column 3, line 14 - column 5, line 25; figures -----	1,7
A	GB 2 367 027 A (FEDERAL MOGUL TECHNOLOGY LTD [GB]) 27 March 2002 (2002-03-27) cited in the application abstract; figures -----	1,7
A	EP 0 843 024 A1 (FUJI VALVE [JP]) 20 May 1998 (1998-05-20) the whole document -----	1,7
A	EP 2 025 776 A1 (YANMAR CO LTD [JP]) 18 February 2009 (2009-02-18) abstract; figures -----	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 December 2013

Date of mailing of the international search report

03/01/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mouton, Jean

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/BR2013/000353

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 19901770	A1	22-07-1999	DE	19901770 A1		22-07-1999
			JP	H11200948 A		27-07-1999

GB 2367027	A	27-03-2002	AU	7434001 A		08-01-2002
			EP	1295023 A1		26-03-2003
			GB	2367027 A		27-03-2002
			JP	2004502071 A		22-01-2004
			US	2003150418 A1		14-08-2003
			WO	0201059 A1		03-01-2002

EP 0843024	A1	20-05-1998	DE	69709297 D1		31-01-2002
			DE	69709297 T2		19-09-2002
			EP	0843024 A1		20-05-1998
			JP	H10141019 A		26-05-1998
			US	6209197 B1		03-04-2001

EP 2025776	A1	18-02-2009	CN	101484611 A		15-07-2009
			CN	102352505 A		15-02-2012
			EP	2025776 A1		18-02-2009
			JP	5101838 B2		19-12-2012
			JP	2007308736 A		29-11-2007
			KR	20090028529 A		18-03-2009
			KR	20110119834 A		02-11-2011
			US	2009255504 A1		15-10-2009
			WO	2007132587 A1		22-11-2007
