



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

(11) PI 0713095-3 B1

(22) Data do Depósito: 10/05/2007

(45) Data de Concessão: 16/10/2018



(54) Título: MÉTODO PARA MELHORAR A RESISTÊNCIA À CORROSÃO DE UMA COROA DE PISTÃO PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA, USO DE UM PISTÃO EM UM MOTOR A DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL, E, PISTÃO PARA UM MOTOR A DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL

(51) Int.Cl.: B23K 26/32; B23K 26/34; B23K 35/38; C23C 24/04; C23C 4/01; C23C 4/18; F02B 23/06; F02B 75/08; F02F 3/12; F02F 3/14; F16J 1/01; B23K 101/00; B23K 103/00; F02F 3/26

(30) Prioridade Unionista: 10/05/2006 US 11/431297

(73) Titular(es): FEDERAL-MOGUL CORPORATION

(72) Inventor(es): WARRAN LINETON; MIGUEL AZEVEDO

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/11/2008

“MÉTODO PARA MELHORAR A RESISTÊNCIA À CORROSÃO DE UMA COROA DE PISTÃO PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA, USO DE UM PISTÃO EM UM MOTOR A DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL, E, PISTÃO PARA UM MOTOR A DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL”

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção refere-se a um pistão para um motor a diesel e método de produzir um tal pistão que tem uma coroa especialmente tratada para resistir à degradação por oxidação térmica e, mais particularmente, a um tal pistão do tipo de aço usado em aplicações de motor a diesel injetado por combustível.

TÉCNICA RELACIONADA

[0002] Um motor a diesel é um motor de pistões alternados operando no ciclo termodinâmico bem conhecido, no qual ar é comprimido, combustível é injetado na carga comprimida, a mistura autoinflamável expandida para produzir trabalho sobre o pistão, e os produtos descarregados na conclusão do ciclo. Em grandes pistões de aço, tais como usados em aplicações de caminhões a diesel, é comum utilizar um bocal de orifícios múltiplos para injetar combustível durante o processo de combustão. O bocal com orifícios múltiplos é posicionado tão centralmente quanto possível acima da coroa de pistão e descarrega combustível em um padrão de pulverização radial. Um vaso (“bowl”) rebaixado na coroa de pistão é projetado para assegurar que a mistura de ar-combustível formada a partir da pulverização de injeção e o ar em rotação durante a injeção encham completamente o espaço de combustão para desempenho ótimo. Se a mistura de ar-combustível falhar em encher completamente o vaso na coroa de pistão, tanto a utilização de ar quanto o fornecimento de potência serão prejudicados. Como um resultado, ocorrerá uma substancial diminuição nas características de emissão antipoluentes. Da mesma maneira, se ocorrer uma sobreposição e a mistura se estender além do espaço entre os eventos de injeção individuais, a concentração de combustível excessiva resultante conduzirá a deficiências de ar e elevada formação de fuligem, novamente, diminuendo as características de emissão antipoluentes do motor.

[0003] Em adição a estes problemas de sincronização, outro problema contribui para a perda de características de emissão antipoluentes projetadas para o pistão. Uma vez que o combustível injetado em um motor a diesel se inflama espontaneamente, combustíveis com alto Número de Cetano são requeridos. As plumas de combustível queimando geram calor intenso. O vaso formado na coroa do pistão de aço tipicamente sofre oxidação em áreas próximas a e/ou sobre a borda superior do vaso de combustão, ou seja, a interface do tipo de rebordo entre o vaso e o aro superior plano da coroa de pistão. O resultado é uma pluma de chamas que se estende radialmente, estendendo-se do bocal de orifícios múltiplos. Este efeito de formação de chama oxida o aço até o estado de Fe_2O_3 , e os óxidos resultantes não têm nenhuma aderência ao substrato de aço subjacente, não afetado. Processos de expansão/contração mecânicos eventualmente desalojam esta camada oxidada em uma maneira de "floculação". Ao longo do tempo, uma área erodida pode ser vista a olho nu. Esta alteração no formato do rebordo do vaso causa distúrbios no processo de combustão e contribui para uma perda das características de emissão antipoluentes projetadas para o vaso de combustão da coroa de pistão. Além disto, as áreas erodidas enfraquecem o pistão estruturalmente. Flexão, expansão, e contração de pistão podem induzir fissuras radiais que se propagam e poderiam eventualmente conduzir à falha funcional do pistão.

[0004] Várias tentativas foram propostas para abordar o problema de oxidação do rebordo do vaso que resultam da intensa liberação de calor pelo combustível em combustão. Por exemplo, alguns propuseram fabricar a coroa de pistão inteira a partir de uma liga especialmente formulada, projetada para combater a oxidação e a corrosão. Todavia, a coroa de pistão em um pistão de grande diâmetro para aplicações em caminhão requer uma quantidade significativa de material. Tais ligas especialmente formuladas aumentariam significativamente o custo de um pistão diesel.

[0005] Outras tentativas da técnica anterior para abordar este problema estão incluídas na Patente US No. 5,958,332 de Hoeg, concedida em 28 de setembro de 1998. Neste exemplo, uma placa especial fabricada de uma liga resistente à

corrosão, a alta temperatura, é soldada nas áreas críticas de um pistão ou outro componente de motor. Todavia, a fabricação em peça solta de uma placa de liga especial aumenta significativamente o custo do conjunto de pistão, bem como adiciona inúmeras etapas de manipulação e montagem ao processo de fabricação. Em exemplos, propostas foram feitas para ajustar por contração uma coroa circular de aço resistente a alta temperatura ou até mesmo um material à base de cerâmica dentro do vaso de combustão. Todavia, as mesmas restrições delineadas anteriormente se aplicam. Por conseguinte, existe uma necessidade carente há muito tempo e ainda não solucionada para abordar o problema de degradação de coroa de pistão em pistões de aço de baixo custo, que resultam de oxidação e do calor intenso liberado pela combustão em motor a diesel em estreita proximidade ao rebordo de vaso de combustão. Uma solução comercialmente prática tem que ser conveniente de ser implementada sem aumentar os custos de produto ou de fabricação totais, enquanto mantendo o desempenho de conformidade de emissão de pistão a longo prazo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0006] De acordo com a presente invenção, um método para melhorar a resistência à oxidação e à corrosão de uma coroa de pistão para um motor de combustão interna é provido. O método compreende as etapas de prover um pistão que tem uma coroa que apresenta uma superfície de coroa exterior; preparar um material de revestimento que consiste essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação; aplicar o material de revestimento à coroa de pistão tal que o material de revestimento adere à superfície de coroa que tem uma microestrutura como aplicada e uma porosidade como aplicada inferiores a 100% da densidade de material total. O método ainda inclui a etapa de irradiar o revestimento com um feixe de laser de energia alta para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a microestrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e a superfície de coroa. A etapa de irradiar na verdade liga o revestimento e o material da superfície de coroa, gerando assim um material composto de propriedades que variam tanto do revestimento original

quando do material de superfície de coroa.

[0007] De acordo com ainda outro aspecto da presente invenção, um método para operar um pistão de aço em um motor a diesel injetado por combustível é provido. O método compreende as etapas de prover um cilindro de motor que tem uma cabeça de cilindro; prover um pistão que tem uma coroa incluindo um aro geralmente anular e um vaso côncavo fixado abaixo do aro, a interface entre o aro e o vaso formando um rebordo geralmente anular; alternar o pistão no cilindro na direção e afastado da cabeça de cilindro; descarregar forçadamente combustível líquido no cilindro e na direção do rebordo da coroa de pistão; e queimar ("combusting") o combustível adjacente ao rebordo da coroa de pistão. A etapa de prover um pistão inclui alterar a composição de superfície do rebordo da coroa de pistão aplicando um material de revestimento, que consiste essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação ao rebordo que tem uma microestrutura como aplicada e uma porosidade como aplicada inferiores a 100% da densidade de material total, e então irradiar o revestimento aplicado com um feixe de laser de energia alta para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando sua microestrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e o rebordo.

[0008] De acordo com ainda outro aspecto da presente invenção, um pistão para um motor a diesel injetado por combustível é provido. O pistão compreende uma saia geralmente cilíndrica que tem um par de furos de pino opostos formados transversalmente na mesma. Uma coroa é fixada acima da saia. A coroa inclui um aro geralmente anular e um vaso côncavo fixado abaixo do aro. Um rebordo geralmente anular é estabelecido ao longo da interface entre o aro e o vaso. O rebordo tem um tratamento de superfície ligada que consiste essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação aplicada irradiada com um feixe de laser de energia alta.

[0009] O presente método e a estrutura de pistão superam as desvantagens e deficiência dos pistões da técnica anterior, preparando intencionalmente e tratando a região de rebordo da coroa de pistão, compreendendo a interface entre o aro anular

e o vaso côncavo de modo que possa resistir melhor aos efeitos abusivos de combustível líquido em combustão injetado por um bocal injetor para o rebordo. Um pistão de aço de custo relativamente baixo, feito e operado de acordo com a presente invenção pode atingir vida útil substancialmente mais longa e é capaz de manter desempenho de conformidade de emissão de pistão a longo prazo, bem como integridade estrutural de pistão.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010] Estas e outras características e vantagens da presente invenção tornar-se-ão mais facilmente apreciadas quando consideradas em conexão com a seguinte descrição detalhada e desenhos anexos, nos quais:

Figura 1 é uma vista em perspectiva de um pistão de aço da técnica anterior para um motor a diesel;

Figura 2 é uma vista superior de um pistão da técnica anterior como na Figura 1 e representando um bocal de injeção de combustível de múltiplos orifícios, posicionado centralmente, com uma pluralidade de borrifos de injeção de combustível que se estendem radialmente;

Figura 3 é uma vista de seção transversal cortada tomada geralmente ao longo das linhas 3-3 na Figura 2;

Figura 4 é uma seção transversal cortada de pistão de motor a diesel de aço de acordo com a presente invenção, ilustrando o processo de impelir forçadamente um material de pulverização de composição resistente à corrosão e resistente à oxidação sobre as porções mais vulneráveis da coroa de pistão;

Figura 5 é uma vista de seção transversal como na Figura 4, mas mostrando todas as áreas vulneráveis da coroa de pistão que foram revestidas com o material de revestimento durável;

Figura 6 é uma vista de seção transversal recortada de uma coroa de pistão como na Figura 5, mas representando as superfícies depois de elas terem sido irradiadas com um feixe de laser de energia alta para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando sua microestrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e as áreas vulneráveis da coroa de

pistão;

Figura 7 é a vista em perspectiva de um pistão de acordo com a presente invenção e incluindo uma primeira proteção anular aplicada sobre a seção de aro da coroa de pistão para impedir irradiação indesejada sobre certas porções da superfície revestida;

Figura 8 é uma vista de seção transversal recortada tomada geralmente ao longo das linhas 8-8 na Figura 7 representando um feixe de laser de energia alta irradiando o revestimento na região de vaso da coroa de pistão sobre a qual a primeira proteção é aplicada;

Figura 9 é uma vista em perspectiva do pistão incluindo uma segunda proteção que cobre a região de vaso e as cavidades de válvula ("valve pockets") de modo a expor somente a seção de aro superior plana da coroa de pistão;

Figura 10 é uma vista de seção transversal recortada tomada geralmente ao longo das linhas 10-10 na Figura 9 e representando um feixe de laser refletindo para fora da segunda proteção de modo a não irradiar as cavidades de válvula durante o processo de irradiação do revestimento sobre a seção de aro;

Figura 11 é uma vista em perspectiva do pistão mostrando uma terceira proteção aplicada no topo da coroa de pistão e expondo somente as cavidades de válvula de modo que o revestimento nesta região possa ser irradiado pelo feixe de laser de energia alta; e

Figura 12 é uma vista de seção transversal recortada tomada geralmente ao longo das linhas 12-12 na Figura 11 e representando o feixe de laser de energia alta irradiando o revestimento na região da cavidade de válvula para completar a preparação de superfície da coroa do pistão.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA FORMA DE REALIZAÇÃO PREFERIDA

[0011] Com referência às figuras, onde os mesmos números indicam as mesmas partes ou partes correspondentes por todas as várias vistas, um pistão de aço para um motor a diesel injetado por combustível é geralmente mostrado em 20 na Figura 1. O pistão 20 é do tipo adaptado para uso em um motor a diesel injetado por combustível. O pistão 20 compreende uma porção de saia geralmente cilíndrica 22,

que tem um par de furos de pino opostos 24 formados transversalmente na mesma. A saia 22 guia e suporta o pistão 20 à medida que ele se move alternadamente no cilindro (não mostrado) de um motor a diesel, enquanto os orifícios de pino 24 recebem um pino ou eixo de êmbolo, que é fixado na extremidade superior de uma haste de conexão (não mostrada) e, finalmente, no eixo de manivela do motor. Uma coroa, geralmente indicada em 26, é fixada acima da saia 22. Na forma de realização preferida desta invenção, a saia 22 e a coroa 26 são integralmente formadas de um material de aço unitário. A composição de material pode ser selecionada de qualquer uma das variedades conhecidas, incluindo, mas não limitadas às da SAE 4140 H, de custo relativamente baixo. Em lugar do projeto descrito de peça única, o pistão 20 poderia ser do tipo assim chamado de "articulação", em que a coroa 26 pode pivotar ligeiramente em relação à saia 20 através de uma conexão em comum em torno do pino de êmbolo.

[0012] A coroa 26 inclui uma pluralidade de fendas anelares 28 para receber anéis de compressão e/ou óleo (não mostrados). As fendas anelares 28 são formadas na superfície de deslizamento externa, cilíndrica, da coroa 26, a qual, em sua extremidade superior, intercepta um aro de coroa 30. O aro 30 é uma região anular, geralmente plana, compreendendo a porção de topo, mais superior do pistão 20. Comumente, embora não necessariamente, uma ou mais cavidades de válvula 32 são formadas no aro 30 para prover espaço de folga para as cabeças de válvula de exaustão e/ou admissão 25 (mostradas pela linha de traços e pontos na Figura 3) quando o pistão 20 está em sua posição de ponto morto superior ("TDC").

[0013] A região interna central da coroa 26, delimitada pelo aro 30, é conhecida como o vaso, e é geralmente indicada em 34. O vaso 34 compreende um segmento de câmara de combustão formado como uma cavidade no topo da coroa de pistão 26. Um bocal de múltiplos orifícios 36, centralizado acima deste rebaixo de combustão estendido na coroa 26, injeta o combustível em uma pluralidade de jatos radiais ou plumas 38. A configuração do bocal 36 e sua pluma de combustível projetada 38 utiliza a configuração rebaixada e de turbulência do vaso 34, combinada com a energia na corrente de combustível injetada para otimizar o

espaço no qual o ar e o combustível interagem e a combustão do combustível se desenvolve. O vaso 34 pode incluir um centro em forma de pico ou de cúpula, o qual é disposto afastado com relação a uma calha rebaixada 42. A calha 42 é um recurso geralmente anular cuja face ascendente superior une-se ao aro 30. A interface entre o aro 30 e a face ascendente da calha 42 compreende um rebordo geralmente anular 44, o qual pode ou não se projetar ligeiramente da calha 42, como mostrado na Figura 3.

[0014] No motor a diesel comum, a pluma de combustível injetado 38 inicia em aproximadamente 5° antes do ponto morto superior ("BTDC") e continua até aproximadamente 10° depois do ponto morto superior ("ATDC") do movimento de pistão. Como tal, a pluma 38, cuja trajetória permanece geralmente constante, bombardeia uma área de superfície da coroa de pistão 26 que pode ser caracterizada como a zona de contato de pluma. A zona de contato de pluma é, por conseguinte, aquela porção da superfície de coroa exposta que é alvejada pela pluma de injeção de combustível 38 de aproximadamente 5° BTDC para aproximadamente 10° ATDC de movimento de pistão dentro do cilindro, incluindo a superfície ascendente superior da calha 42, do rebordo de 44, e do aro 30, conjuntamente, com as cavidades de válvula 32. A zona de contato de pluma geralmente não inclui a área de superfície exposta inteira do vaso 34. Em vista do calor intenso liberado pela combustão do combustível em estreita proximidade com relação à zona de contato de pluma, a composição de aço da coroa de pistão 26 em um pistão da técnica anterior tem uma tendência de se oxidar até o estado de Fe_2O_3 . Os óxidos que resultam da transformação não mais aderem ao material de aço de substrato e são rapidamente desalojados como flocos através dos processos de expansão e contração. Ao longo do tempo, mas bem dentro do que deveria de outra forma ser a vida útil de um motor, as áreas erodidas que se expandem significativamente deterioram as características de emissão antipoluentes projetadas para o vaso de combustão 34 do pistão 20. A integridade estrutural pode, com o tempo, ser também severamente comprometida. Como talvez melhor mostrado na Figura 2, essas áreas erodidas serão no máximo pronunciadas naquelas regiões do

rebordo 44 que coincidem com as plumas de pulverização 38.

[0015] Com referência agora às Figuras 4-12, um pistão e um método aperfeiçoados para fazer e operar um pistão aperfeiçoado de acordo com a presente invenção são mostrados. Por conveniência, os números de referência que correspondem àqueles acima expostos são aplicados às características correspondentes do pistão, mas com o prefixo "1" que distingue o objeto da invenção da técnica anterior.

[0016] A presente invenção é dirigida para um pistão 120 que tem uma coroa 126 cuja superfície é modificada e melhorada na zona de contato de pluma de modo a melhor resistir ao calor intenso liberado pela combustão de motor a diesel nas proximidades da superfície da coroa 126. As Figuras 4 e 5 representam uma seção transversal cortada da coroa de pistão 26 quando ela é pulverizada ou de outra maneira tratada com uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação, tal como Amdry 995C, Inconel 718, Stellite 6, Níquel-Cromo, Cromo, ou uma mistura destas composições. A composição resistente à corrosão pode ser aplicada como uma solução do tipo pasta ("paste-like slurry"). Preferivelmente, todavia, o processo de revestimento é realizado como um processo de pulverização térmica do tipo de combustão ou do tipo de arco elétrico. Tais processos foram conhecidos pelo termo descritivo "metalização". Processos de pulverização térmica do tipo de combustão podem incluir, mas não são limitados a pulverização de chama de pó, pulverização de chama por fio /haste, pulverização por detonação e pulverização de combustível de oxigênio a alta velocidade ("HVOF"). Processos de arco elétrico incluem, mas não são limitados a pulverização por fio de arco e pulverização a plasma.

[0017] Usando o processo de pulverização HVOF como um exemplo, uma pistola de câmara pressurizada 146 usa a combustão de acetileno, hidrogênio, propano, propileno, ou similar, para produzir uma chama quente de alta pressão. A chama é forçada através de um bocal DeLaval para acelerar o gás de transporte a velocidades supersônicas. Pó de matéria-prima pode ser alimentado axialmente na câmara de combustão de alta pressão 146 ou diretamente através do lado do bocal. Os pós de matéria-prima podem ser selecionados do grupo de materiais como

exposto acima. Embora o HVOF não seja o único processo de pulverização térmica capaz de aplicar um revestimento satisfatório de composição resistente à corrosão e resistente à oxidação sobre as superfícies vulneráveis da coroa de pistão 126, ele é, não obstante, um exemplo aceitável da variedade de processos de pulverização que podem ser usados.

[0018] Em adição aos processos de pulverização térmica tradicionais descritos acima, é também possível e incluído dentro do escopo pretendido desta invenção utilizar um assim chamado processo de pulverização térmica "pulverização a frio". De acordo com uma técnica de pulverização a frio, partículas pequenas no tamanho de 1-50 microns são aceleradas a velocidades supersônicas e aplicadas à superfície de uma peça de trabalho. Em uma configuração, hélio ou nitrogênio é injetado a alta pressão em uma câmara pressurizada e aquecido a 300°-700° C. Matéria prima em pó, tal como uma das composições resistente à corrosão e resistente à oxidação acima descritas, é introduzida na corrente de gás, que não está quente o suficiente para fundir as partículas. A mistura de pó/gás sólida é então passada através de um bocal DeLaval, onde as partículas são aceleradas a velocidades supersônicas. As partículas impactam o substrato com energia cinética suficiente para produzir uma ligação mecânica sem fusão e/ou solidificação, todavia, não se produz uma ligação metalúrgica.

[0019] A Figura 5 representa a coroa de pistão 126 cuja zona de contato de pluma é totalmente revestida com o material de pulverização, formando um revestimento durável que tem uma microestrutura como pulverizada e porosidade como pulverizada inferiores a 100% da densidade de material total. Em outras palavras, a composição do material de pulverização, depois de ela ser totalmente aplicada na área de superfície relevante da coroa 126, possui uma microestrutura característica e uma densidade de material que é menor do que 100% do totalmente denso. Aquelas porções do vaso 134 que estão fora da zona de contato de pluma não são revestidas com o material resistente à corrosão, resistente à oxidação. Para completar a transição desta coroa de pistão 126 para a coroa de pistão robusta, modificada, de longa vida útil, 126, de acordo com a presente invenção, um feixe de

laser de energia alta é então usado para irradiar o revestimento de material de pulverização que causa a fusão do material de revestimento, juntamente com o substrato de aço subjacente da coroa de pistão 126. Um exemplo de um tal feixe de laser é gerado por um assim chamado Laser de Diodo Direto de Alta Potência ("HPDL"). Os dois materiais (revestimento e substrato) misturam-se sob a influência do feixe de laser e ligam-se os mesmos, de modo a aumentar a densidade do revestimento acima daquela de sua condição como pulverizada (Figura 5), enquanto simultaneamente reformando a microestrutura do revestimento. Além disto, uma ligação de material entre o revestimento e o substrato de coroa é estabelecida pelo subsequente processo de irradiação. A coroa de pistão modificada resultante 126 é representada na Figura 6.

[0020] Uma vez que a geometria de superfície de uma coroa de pistão 126 sobre sua zona e contato de pluma é complexa, inúmeros passos e orientações do feixe de laser de energia são requeridos para totalmente e uniformemente irradiar o revestimento como pulverizado. A fim de impedir que certas áreas de revestimento como pulverizado sejam irradiadas em um ângulo de incidência não pretendido em relação ao feixe de laser, é preferido mascarar ou proteger certas porções do revestimento tanto antes quanto subsequentemente ao processo de irradiação.

[0021] Retornando agora às Figuras 7 e 8, uma primeira proteção é geralmente indicada em 148. A primeira proteção temporariamente cobre o revestimento nas áreas do aro 30 e cavidades de válvula 32, enquanto expondo o revestimento aplicado na região da calha 142. Assim, enquanto a primeira proteção 148 está no local, um laser de energia alta 150 é livre para irradiar aquela porção da calha 142 na qual o material de revestimento foi aplicado (ou seja, na zona de contato de pluma). Como representado, a região da calha 142 abaixo do ponto focal do laser 150 é mostrada como tendo sido reformada pelas qualidades de fusão do feixe de laser de modo que o material de revestimento é agora ligado e materialmente ligado ao material de aço de substrato. Neste exemplo, o laser 150 está movimentado seu feixe em um percurso ascendente para cima de modo que, à medida que ele progride na direção do rebordo 144, todo o material de revestimento aplicado na

calha 142 será eventualmente completamente irradiado e reformado em uma ligação de material com o coroa de pistão de aço 126. Na forma de realização preferida, todavia, um laser 150 é selecionado do tipo que tem um feixe retangular de aproximadamente 12 mm x 0.5 mm no foco. O longo eixo do feixe abrange a calha 142 até o rebordo 144 em uma direção vertical, mas é fixo nesta posição vertical. O feixe e o pistão movem-se um em relação ao outro em torno da circunferência, tal como fixando o laser e girando o pistão, de modo que o eixo longo do feixe varra a área tratada. O revestimento fundido resultante melhora substancialmente as características físicas da coroa 126, evitando, assim, o problema de oxidação e permitindo o uso continuado de um material de aço de pistão padrão, tal como SAE 4140 H. Por conseguinte, a presente invenção representa uma solução de menor custo que outras tentativas da técnica anterior para superar os problemas associados com a oxidação do aro e do vaso.

[0022] À medida que o laser 150 atravessa sua área de aplicação dentro do vaso 134, o pistão 120 pode ser girado e/ou o laser 150 pode ser girado de modo que a região anular inteira da área de superfície revestida seja adequadamente irradiada. Se o ponto focal do laser 150 se estender acima da calha 142, ele contatará a primeira proteção 148 e será refletido inofensivamente para longe da coroa de pistão 126. Isto é porque a primeira proteção 148 é feita de um material metálico termicamente condutor e refletivo, tal como cobre polido.

[0023] Uma vez que a região da calha 142 foi adequadamente irradiada, a atenção pode ser dirigida para o aro 130, o qual foi também revestido pelo material de pulverização. Todavia, assuma vez que as cavidades de válvula 132 são rebaixadas abaixo da superfície do aro 130, o ponto focal do laser 150 pode não ser otimizado para efetivamente irradiar o revestimento na região das cavidades de válvula 132 ao mesmo tempo que o aro 130. Por conseguinte, uma segunda proteção 152 pode ser usada, como mostrado na Figura 9. A segunda proteção 152 pode também ser feita do material tipo blindagem metálico refletivo, tal como cobre polido, e ser estruturada de modo a cobrir as cavidades de válvula 132. As únicas porções expostas da coroa de pistão revestida por pulverização 126 compreendem,

assim, a superfície do aro 130. Com as áreas não pretendidas efetivamente blindadas pela segunda proteção 152, o laser 150 pode ser reposicionado para irradiar a superfície revestida do aro 130, como mostrado na Figura 10. Novamente, o pistão 120 e/ou o laser 150 podem ser girados para cobrir a superfície inteira do aro 130 de uma maneira eficiente. Sempre que o feixe do laser 150 incidir na segunda proteção 152, como mostrado na Figura 10, ele é refletido inofensivamente para longe da coroa 126, e qualquer calor absorvido é rapidamente dissipado. Por este método, as cavidades de válvula 132 são protegidas de serem irradiadas pelo laser 150 em uma configuração não ideal. A segunda proteção 152 também ajuda a evitar fusão excessiva nos cantos e ao longo das bordas das cavidades de válvula 132. Além disto, a porção de calha 142 é protegida contra subsequente ataque pelo laser 150, que de outra maneira poderia resultar em reformação metalúrgica não pretendida das superfícies já irradiadas.

[0024] Para completar a irradiação total do revestimento como pulverizado sobre a coroa de pistão 126, uma terceira proteção 154 é aplicada ao topo da coroa de pistão 126 depois de a segunda proteção 152 ter sido removida. Como representado na Figura 11, a terceira proteção 154 é projetada para cobrir a porção de aro já irradiada 130 e para deixar aberta a área das cavidades de válvula 132. Assim, a posição do laser 150 pode ser reajustada de modo que seu ponto focal seja calibrado para a profundidade das cavidades de válvula 132, como mostrado na Figura 12. O processo de irradiação pode novamente ocorrer com o movimento relativo entre a coroa 126 e o laser 150 sendo realizado por rotação ou outro movimento relativo guiado entre os dois componentes. À medida que o feixe do laser 150 passa para fora das cavidades de válvula 132 e para dentro da região do aro 130, a terceira proteção 154 irá inofensivamente refletir a energia luminosa para longe da superfície de aro 130, protegendo, assim, as superfícies já reformadas da interação indesejada adicional com o feixe de laser de energia alta 150. A terceira proteção 154 ainda ajuda a evitar fusão excessiva nos cantos e ao longo das bordas das cavidades de válvula 132.

[0025] Embora muitos tipos diferentes de lasers possam ser empregados para

efetivamente realizar a etapa de irradiação da presente invenção, foi constatado que um laser de diodo direto de alta potência produz resultados aceitáveis.

[0026] Será apreciado que a primeira 148, a segunda 152, e a terceira 154 proteção podem ser implementadas em sequências diferentes daquelas descritas acima. Além disto, menos que três ou mais que três proteções podem ser requeridas durante a etapa de irradiação para efetivamente reformar o material de revestimento como descrito aqui. Além disto, embora materiais de revestimento muito específicos tenham sido propostos acima para o uso, estes não são os únicos materiais apropriados. Em contraste, quaisquer revestimentos apropriados para uso em uma operação de fusão que usa camadas industriais podem ser empregados. Por exemplo, como pode ser conhecido do campo de turbinas a gás, vários pós proprietários comuns podem ser conhecidos como resistentes à oxidação a alta temperatura. Quaisquer de tais materiais conhecidos podem ser usados, desde que os revestimentos fundidos se conformem aos contornos da zona de contato de pluma sem apresentar fissura, corrosão, ou oxidação térmica. Outra vantagem da superfície de coroa de pistão fundida, de acordo com esta invenção, resulta na capacidade de pós-usinar, se necessário, as superfícies irradiadas sem lascas ou flocular o revestimento pulverizado. Este método pode ser realizado em ajustes de alta produção em um tempo de ciclo rápido e pode ser demonstrado como podendo ser repetido e receptível a controle computadorizado muito preciso. O processo é altamente adaptável também para processos de produção em linha.

[0027] Obviamente, muitas modificações e variações da presente invenção são possíveis à luz dos ensinamentos acima. Por conseguinte, deve ser entendido que dentro do escopo das reivindicações anexas, a invenção pode ser praticada de outra maneira que a especificamente descrita.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para melhorar a resistência à corrosão de uma coroa de pistão para um motor de combustão interna, dito método compreendendo as etapas de:

prover um pistão (120) tendo uma coroa (126) - apresentando uma superfície de coroa exterior;

preparar um material de revestimento consistindo essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação;

o método caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

aplicar o material de revestimento à coroa de pistão (126) tal que o material de revestimento adere à superfície de coroa tendo uma microestrutura como aplicada e uma porosidade como aplicada inferiores a 100% da densidade de material total;

irradiar o revestimento com um feixe de laser de energia alta (150) para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a microestrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e a superfície de coroa; e

maskar uma porção do revestimento para impedir irradiação do feixe de laser.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dita etapa de maskar inclui cobrir temporariamente uma porção da coroa (126) com uma proteção metálica refletiva.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a coroa de pistão (126) inclui um aro (130) geralmente anular e um vaso de combustão côncavo (134) fixado abaixo do aro (130), dita etapa de cobrir temporariamente uma porção da coroa (126) incluindo cobrir um dentre o aro (130) e o vaso (134) mas não o outro dentre o aro (130) e o vaso (134).

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a coroa de pistão (126) inclui pelo menos uma cavidade de válvula (132) formada no aro (130), dita etapa de cobrir temporariamente uma porção da coroa (126) incluindo cobrir um dentre o aro (130) e a cavidade de válvula (132) mas não o

outro dentre o aro (130) e a cavidade de válvula (132).

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dita etapa de aplicar o material de revestimento inclui impelir forçadamente o material de pulverização para a coroa de pistão (126) em um fluxo gasoso gerado por um processo de combustão.

6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que dita etapa de colocar o material de pulverização em um fluxo gasoso inclui forçar o fluxo gasoso através de um bocal acelerador.

7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dita etapa de impelir forçadamente o material de pulverização inclui produzir um arco elétrico de CC.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que dita etapa de produzir um arco elétrico de CC inclui ionizar um gás inerte para produzir um jato de plasma de alta temperatura.

9. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dita etapa de irradiar o revestimento inclui empregar um laser de diodo direto de alta potência.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dita etapa de impelir forçadamente o material de pulverização inclui aplicar o material de pulverização em menos do que toda a superfície de coroa exterior.

11. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dita etapa de prover um pistão (120) inclui formar o pistão (120) de uma composição de material incluindo uma liga de aço.

12. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície de coroa exterior tem uma zona de contato de pluma compreendendo aquela porção da superfície de coroa exterior a ser alvejada subsequentemente por uma pluma de injeção de combustível de 5° BTDC a 10° ATDC de movimento de pistão dentro de um cilindro, e dita etapa de impelir forçadamente o material de pulverização inclui a etapa de revestir a zona de contato de pluma da superfície de coroa exterior, mas não a totalidade da superfície de

coroa exterior.

13. Uso de um pistão (120) tendo uma coroa (126) com resistência à corrosão melhorada pelo método como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12, incluindo um aro (130) geralmente anular e um vaso côncavo (134) fixado abaixo do aro (130), a interface entre o aro (130) e o vaso (134) formando um rebordo (144) geralmente anular, a produção do pistão (120) incluindo alterar a composição de superfície do rebordo (144) da coroa de pistão (126) aplicando um material de revestimento consistindo essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação ao rebordo (144) tendo uma microestrutura como aplicada e uma porosidade como aplicada inferiores a 100% da densidade de material total, e irradiando o revestimento do rebordo (144) com um feixe de laser de energia alta (150) para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a microestrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e o rebordo (144), caracterizado pelo fato de ser em um motor a diesel injetado por combustível, compreendendo as etapas de:

prover um cilindro de motor tendo uma cabeça de cilindro;

alternar o pistão (120) no cilindro na direção e afastado da cabeça de cilindro;

descarregar forçadamente combustível líquido no cilindro e na direção do rebordo (144) da coroa de pistão (126);

queimar o combustível adjacente ao rebordo (144) da coroa de pistão (126);

em que a produção do dito pistão (120) adicionalmente inclui alterar a composição de superfície do aro (130) da coroa de pistão (126) impelindo forçadamente um material de pulverização consistindo essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação na direção do aro (130) tal que as partículas de material de pulverização se deformam plasticamente durante o impacto com o aro (130), e em que o material de pulverização adere ao aro (130) como um revestimento durável tendo uma micro estrutura como pulverizada e uma porosidade como pulverizada inferiores a 100% da densidade de material total, e

irradiando o revestimento do aro (130) com um feixe de laser de energia alta (150) para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a microestrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e o aro (130);

em que a produção do dito pistão (120) adicionalmente inclui alterar a composição de superfície de pelo menos uma porção do vaso (134) da coroa de pistão (126) impelindo forçadamente um material de pulverização consistindo essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação na direção do vaso (134) tal que as partículas de material de pulverização se deformam plasticamente durante o impacto com o vaso (134), e em que o material de pulverização adere ao aro (130) como um revestimento durável tendo uma microestrutura como pulverizada e uma porosidade como pulverizada inferiores a 100% da densidade de material total, e irradiando o revestimento do vaso (134) com um feixe de laser de energia alta (150) para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a microestrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e o vaso (134);

e em que a irradiação do revestimento do aro (130) não se sobrepõe no tempo com a irradiação do revestimento do vaso (134).

14. Pistão (120) para um motor a diesel injetado por combustível, dito pistão (120), compreendendo:

uma saia geralmente cilíndrica tendo um par de furos de pino opostos formados transversalmente na mesma;

uma coroa (126) fixada acima da dita saia, dita coroa (126) incluindo um aro (130) geralmente anular e um vaso côncavo (134) fixado abaixo de dito aro (130), e um rebordo (144) geralmente anular ao longo da interface entre dito aro (130) e dito vaso (134);

o pistão caracterizado pelo fato de que:

dito rebordo (144) tem um tratamento de superfície ligada consistindo essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação aplicada irradiada com um feixe de laser de energia alta (150);

dita coroa de pistão (126) sendo fabricada de uma composição de material de base consistindo essencialmente de aço;

dito aro (130) tendo um tratamento de superfície ligada consistindo essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação pulverizada irradiada com um feixe de laser de energia alta (150);

pelo menos uma porção do dito vaso (134) tendo um tratamento de superfície ligada consistindo essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação pulverizada irradiada com um feixe de laser de energia alta (150); e

em que dita composição resistente à corrosão e resistente à oxidação pulverizada de dito tratamento de superfície ligada é selecionada do grupo consistindo de: Amdry 995C, Inconel 718, Stellite 6, Níquel-Cromo, Cromo, e ligas dos mesmos.

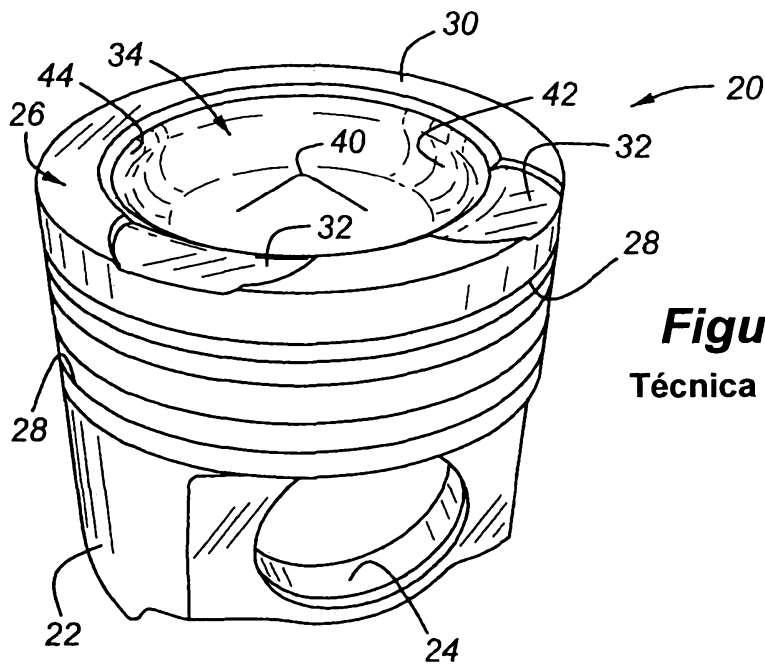
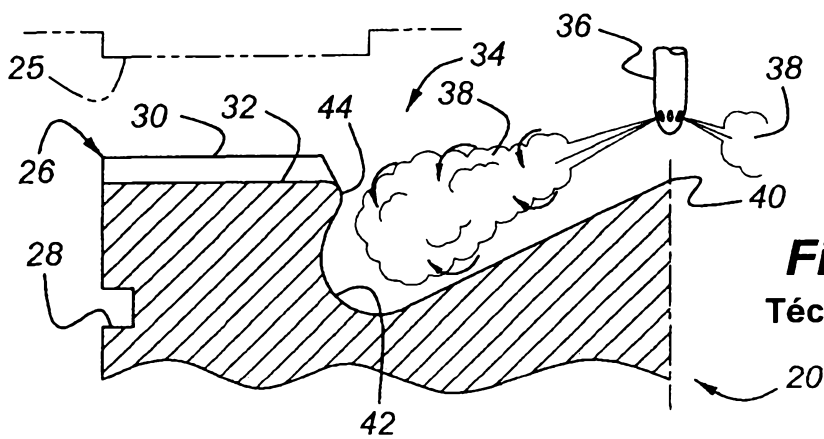
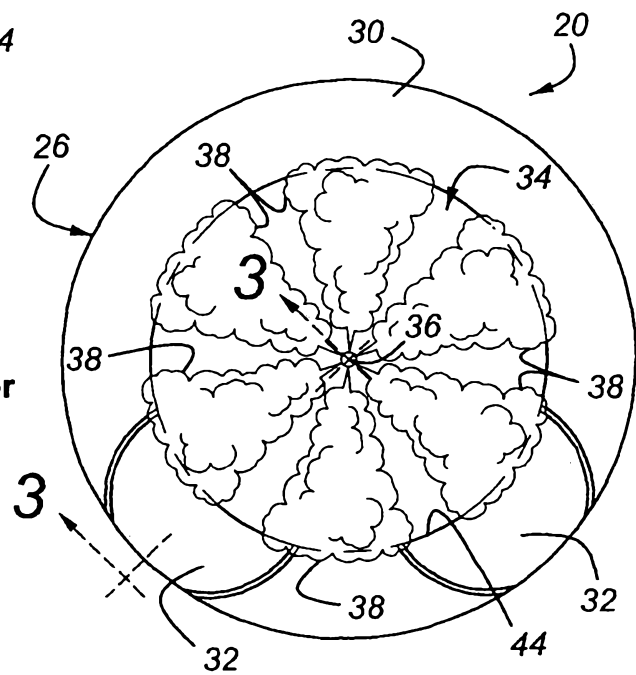
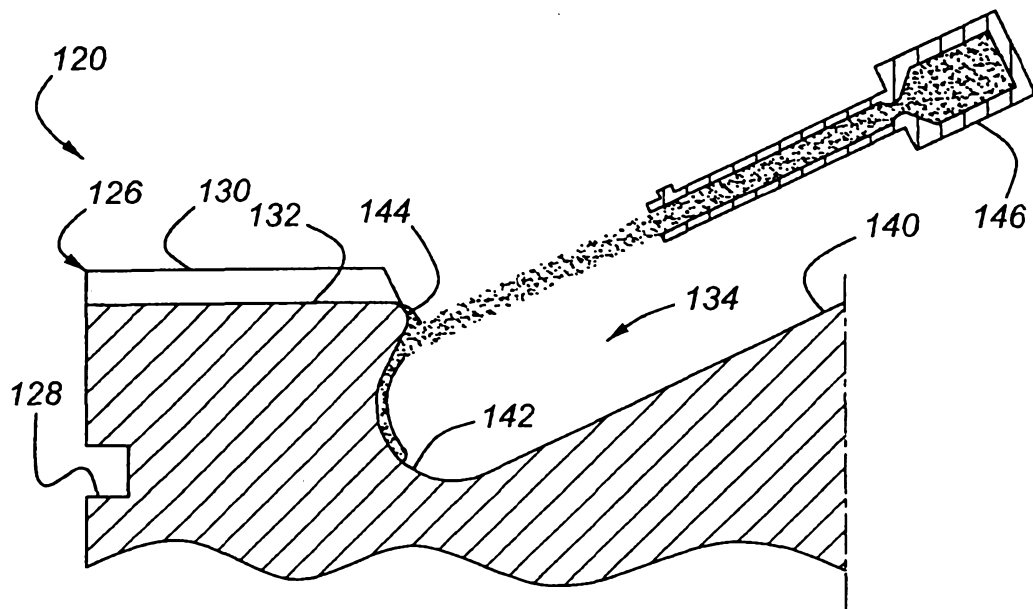
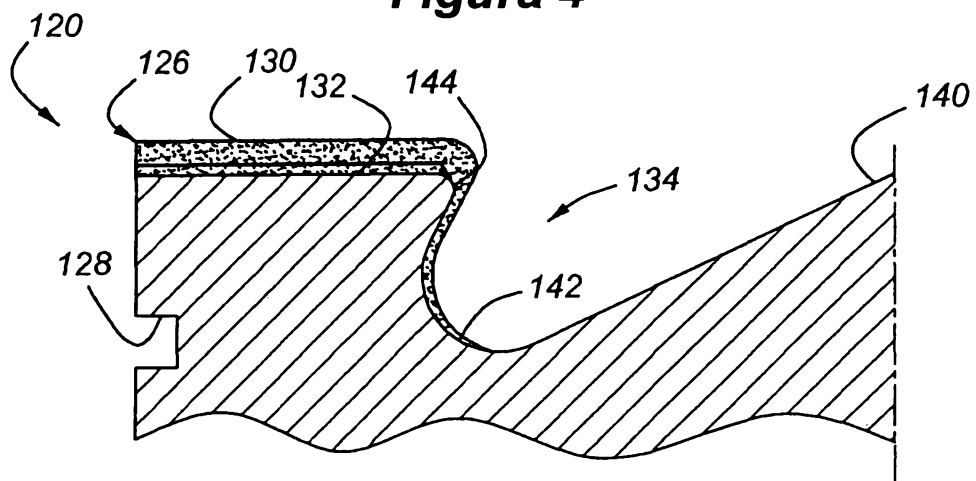
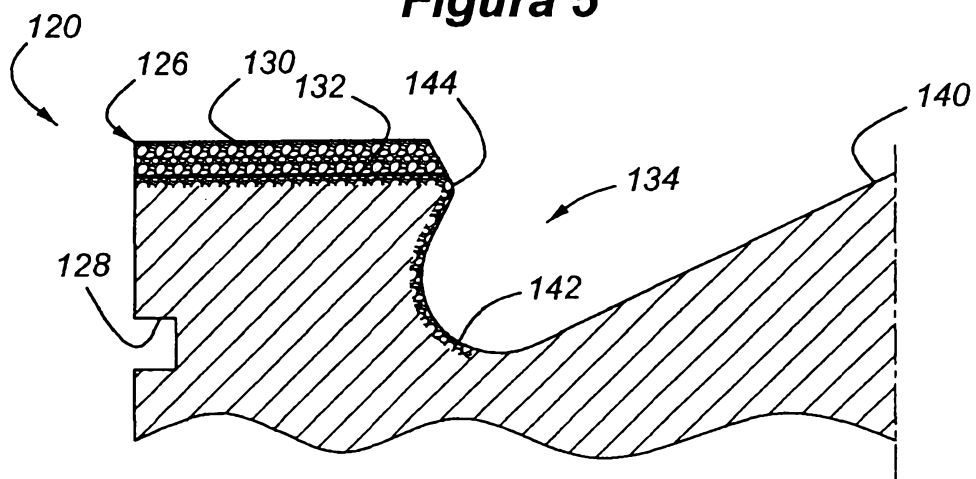
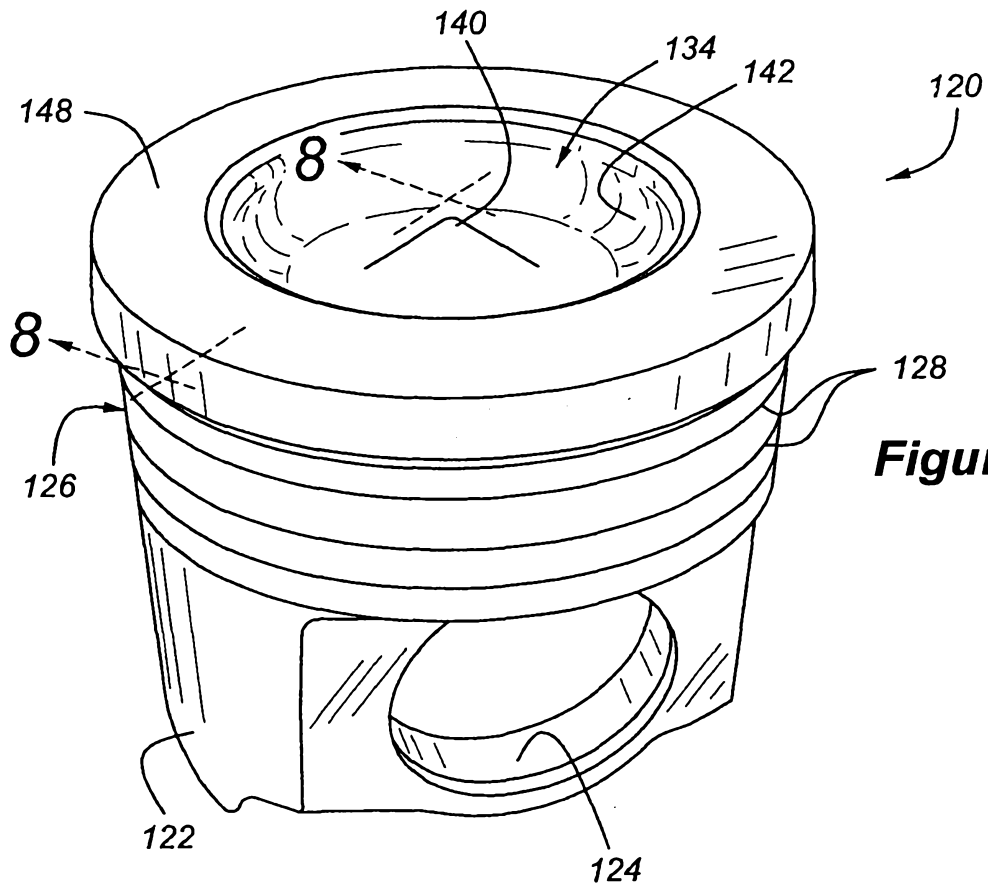
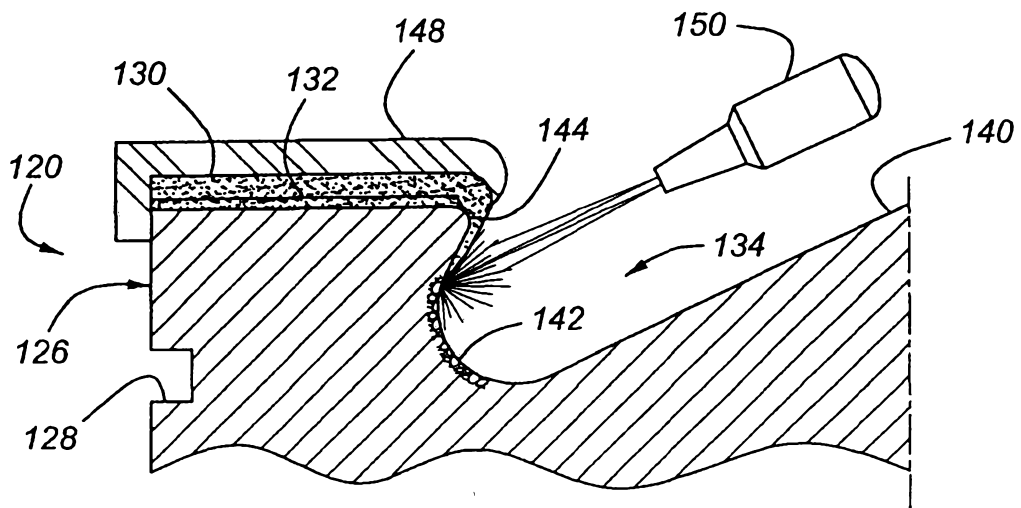
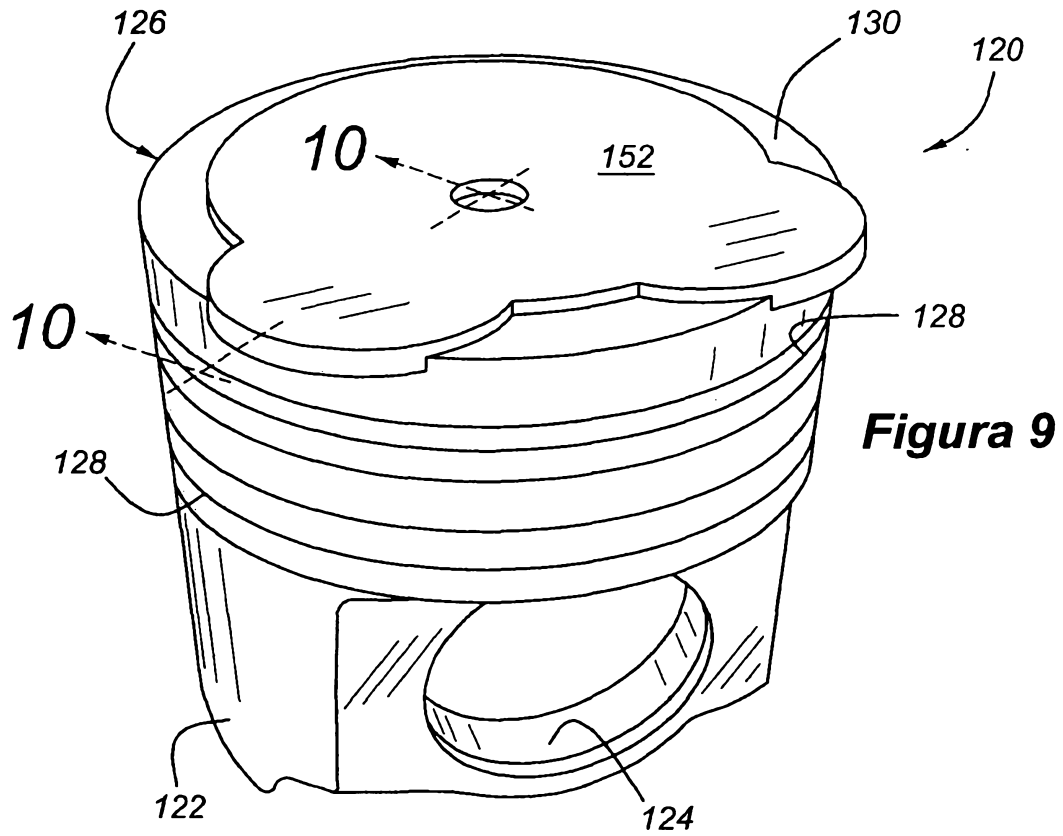
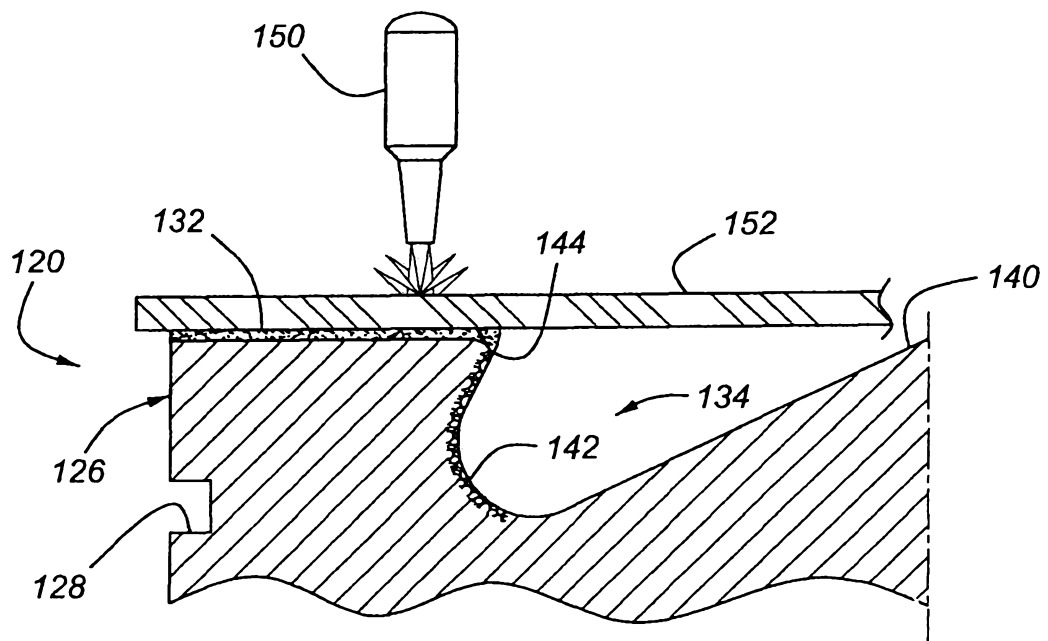


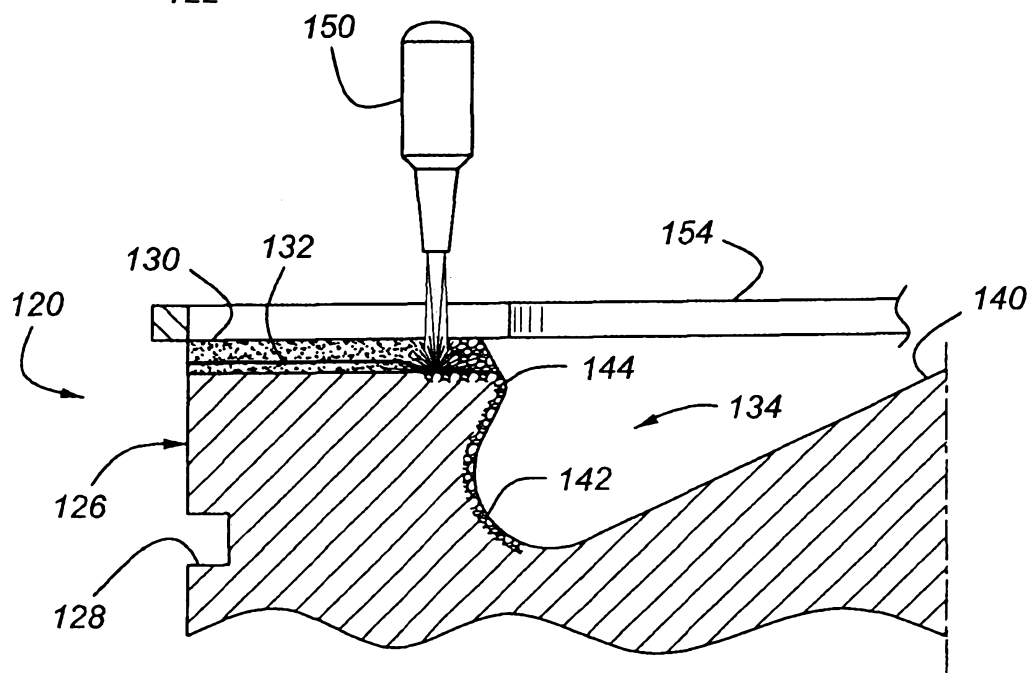
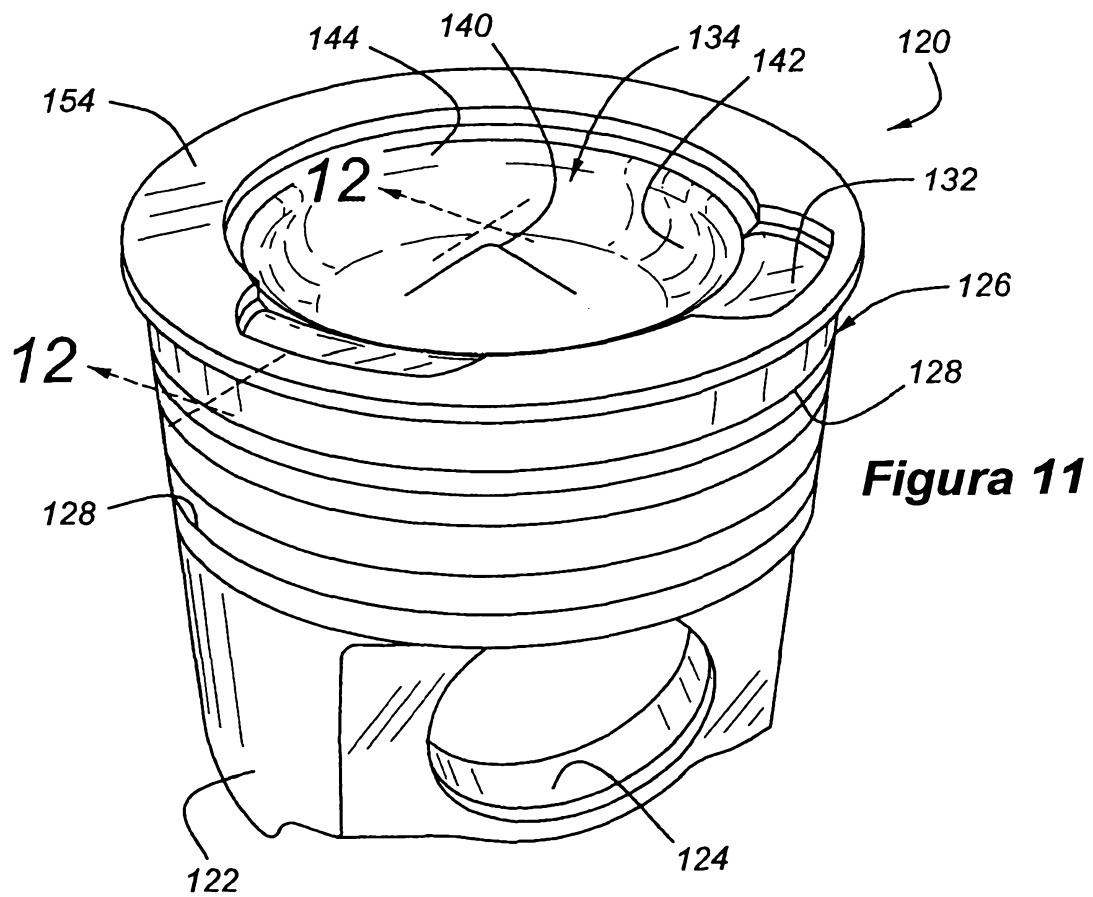
Figura 2
Técnica Anterior



**Figura 4****Figura 5****Figura 6**

**Figura 7****Figura 8**

**Figura 9****Figura 10**

**Figura 12**