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

(21) **PI 0713095-3 A2**

BRPI0713095A2

(22) Data de Depósito: 10/05/2007
(43) Data da Publicação: 16/10/2012
(RPI 2180)

(51) Int.Cl.:
B32B 15/18

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

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

(73) Titular(es): Federal-Mogul Corporation

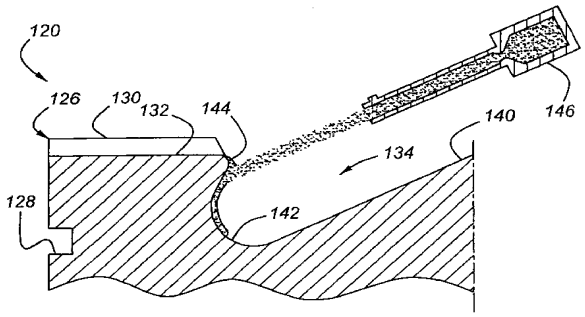
(72) Inventor(es): Miguel Azevedo, Warran Lineton

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT US2007068633 de 10/05/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/134148de 22/11/2007

(57) Resumo: MÉTODOS PARA MELHORAR A RESISTÊNCIA À CORROSÃO DE UMA COROA DE PISTÃO PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA E PARA OPERAR UM PISTÃO DE AÇO EM UM MOTOR DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL, E, PISTÃO PARA UM MOTOR DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL. Um pistão (120) e método para fazer um pistão (120) para um motor diesel injetado por combustível adaptado para resistir os efeitos prejudiciais de injeção de combustível pluma-induzidos oxidação nas regiões do pistão faça rolar (134) e aro (130). As superfícies do pistão coroam (126) mirou pela pluma de injeção de combustível (138) é coberto primeiro com uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação aplicada como uma suspensão ou por uma técnica borrifando térmica, como HVOF ou protoplasma borrifar. Depois disso, um feixe de laser de energia alta industrial irradia o revestimento como-borrifada para aumentar sua densidade, enquanto reformada sua micro-estrutura simultaneamente para fundir, ligue, e materiamente une o material de revestimento com o substrato de aço subjacente, enquanto resultanto assim em uma superfície protetora durável para a coroa de pistão de aço (126).



"MÉTODOS PARA MELHORAR A RESISTÊNCIA À CORROSÃO DE UMA COROA DE PISTÃO PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA E PARA OPERAR UM PISTÃO DE AÇO EM UM MOTOR DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL, E, PISTÃO PARA UM MOTOR DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL"

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Campo Da invenção

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

Arte Pertinente

Um motor diesel é um motor de pistões alternativos operando no ciclo termodinâmico bem conhecido, no qual ar é comprimido, combustível é injetado na carga comprimida, a mistura auto-inflamável expandida para produzir trabalho sobre o pistão, e os produtos descarregados na completação 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 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 o desempenho ótimo. Se a mistura de ar-combustível falhar em encher completamente a 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 de antipoluição. Da

mesma maneira, se ocorrer uma sobreposição e a mistura de estender além do espaço entre os eventos de injeção individuais, a resultante concentração de combustível excessivo conduzirá a deficiências de ar e elevada formação de fuligem, novamente, diminuendo as características de emissão de antipoluição do motor.

Em adição a estes problemas de sincronização, outro problema contribui para a perda de características de emissão de antipoluição projetadas para o pistão. Visto que o combustível injetado em um motor diesel se inflama espontaneamente, combustíveis com alto Número de Octanagem são requeridos. As plumas de combustível queimando geram calor intensivo. O vaso formado na coroa do pistão de aço tipicamente sofre oxidação em áreas em estreita vizinhança da e/ou sobre a borda superior d o 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 chama 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 com o olho desarmado. Esta alteração no formato do rebordo de vaso causa distúrbios no processo de combustão e contribui para uma perda das características de emissão de antipoluição projetadas no 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.

Várias tentativas foram propostas para abordar o problema de oxidação do rebordo de vaso que resultam da intensa liberação de calor pelo combustível de inflamação. Por exemplo, alguns propuseram fabricar a coroa

de pistão inteira a partir de uma liga especialmente formulada, projetada para combater a oxidação e corrosão. Todavia, a coroa de pistão em um pistão de grande diâmetro para aplicações em caminhão requer uma quantidade significante de material. Tais ligas especialmente formuladas aumentariam significantemente o custo de um pistão diesel.

Outras tentativas da arte anterior de 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 significantemente o custo do conjunto de pistão, bem como adiciona inúmeros passos de manipulação e montagem ao processo de fabricação. Nos 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 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 mantêm o desempenho de concordância de emissão de pistão por longo prazo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com o objeto da invenção, um método para melhorar a resistência à oxidação e corrosão de uma coroa de pistão para um motor de combustão interna é provido. O método compreende os passos 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 micro-estrutura como aplicada e uma porosidade como aplicada menores que 100% da densidade de material cheio. O método ainda inclui o passo de irradiar o revestimento com um feixe de laser de energia alta para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a micro-estrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e a superfície de coroa. O passo de irradiar atualmente 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.

De acordo com ainda outro aspecto do objeto da invenção, um método para operar um pistão de aço em um motor diesel injetado por combustível é provido. O método compreende os passos 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 para e afastado da cabeça de cilindro; descarregar violentamente combustível líquido no cilindro e para o rebordo da coroa de pistão; e queimar o combustível adjacente o rebordo da coroa de pistão. O passo 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 micro-estrutura como aplicada e uma porosidade como aplicada menores que 100% da densidade de material cheio, e então irradiar o revestimento aplicado com um feixe de laser de energia alta para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando sua micro-estrutura e criando uma

ligação de material entre o revestimento e o rebordo.

De acordo com ainda outro aspecto do objeto da invenção, um pistão para um motor 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 afixada 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 ligado que consiste essencialmente de uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação aplicada irradiada com um feixe de laser de energia alta.

O método e estrutura de pistão do objeto, as desvantagens e deficiência dos pistões da arte 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 pode resistir melhor aos efeitos abusivos de inflação de combustível líquido injetado por um bocal de injetor para o rebordo. Um pistão de aço de custo relativamente baixo, feito e operado de acordo com o objeto da invenção pode atingir vida útil de serviço substancialmente mais longa e é capaz de manter desempenho de concordância de emissão de pistão por longo prazo, bem como integridade estrutural de pistão.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

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:

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

a figura 2 é uma vista superior de um pistão da arte 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;

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

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

a 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;

a 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 micro-estrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e as áreas vulneráveis da coroa de pistão;

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

a 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;

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

a 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 irradiar o revestimento sobre a seção de aro;

a 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 pode ser irradiado pelo feixe de laser de energia alta; e

a 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

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 diesel injetado por combustível é geralmente mostrado em 20 na figura 1. O pistão 20 é do tipo adaptado para uso em um motor 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 as ele se move alternadamente no cilindro (não mostrado) de um motor 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 afixada no topo da saia 22. Na forma de realização preferida desta invenção, a saia 22 e coroa 26 são integralmente formadas de um material de aço unitário. A composição de material pode ser selecionada de qualquer 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.

A coroa 26 inclui uma pluralidade de fendas de segmento 28 para receber anéis de compressão e/ou óleo (não mostrados). As fendas de segmento 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").

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 combustível interagem e 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 uma característica 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 projetar-se ligeiramente da

calha 42, como mostrado na figura 3.

No motor 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, incide violentamente sobre 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 por meio da 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 área de superfície exposta inteira do vaso 34. Visto que o 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 arte 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 de resto deve ser a vida útil de um motor, as áreas erodidas que se expandem significantemente deterioram as características de emissão de antipoluição proejadas no 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.

Com referência agora às figuras 4-12, um pistão aperfeiçoado e método para fazer e operar um pistão aperfeiçoado de acordo com o objeto

da 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 a partir da arte anterior.

O objeto da invenção é dirigido 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 o calor intenso liberado pela combustão em motor diesel em estreita vizinhança à 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, 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 similar a pasta. Preferivelmente, todavia, o processo de revestimento é realizado como um processo de pulverização térmico ou do tipo de combustão ou do tipo de arco elétrico. Tais processos foram conhecidos pelo termo descritivo "metalização". Processos de pulverização térmicos do tipo de combustão podem incluir, mas não são limitados a, pulverização de chama de pó, pulverização de chama por fio metálico/barra, 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 metálico de arco e pulverização a plasma.

No uso do processo de pulverização HVOF, como um exemplo, um canhão 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 de De Laval para acelerar o gás de transporte para 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 expostos acima. Embora o HVOF não seja somente o processo de pulverização térmico 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 aceitável, não obstante, como um exemplo aceitável da variedade de processos de pulverização que podem ser usados.

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

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 micro-estrutura como pulverizada e porosidade como pulverizada menores do que 100% da densidade de material cheio. 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 micro-estrutura 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 o objeto da 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) intermisturam-se sob a influência do feixe de laser e liga propriamente ditos, de modo a aumentar a densidade do revestimento acima daquela de sua condição como pulverizada (figura 5), enquanto simultaneamente reforma a micro-estrutura do revestimento. Além disto, uma ligação de material entre o revestimento e a coroa substrato é estabelecida pelo subseqüente processo de irradiação. A resultante coroa de pistão modificada 126 é representada na figura 6.

Porque a geometria de superfície de uma coroa de pistão 126 sobre sua zona e contato de pluma é complexa, inúmeros passes e orientações do feixe de laser de energia são requeridos para totalmente e uniformemente irradiar o revestimento como pulverizado, a fim de prevenir 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 subseqüentemente ao processo de irradiação.

Retornando agora para as 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 expõe 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 mostrado como tendo sido reformado pelas qualidades de fusão do feixe de laser de modo que o material de revestimento pode ser agora e materialmente ligado com o material de aço de substrato. Neste exemplo, o laser 150 está movimentado seu feixe em um percurso ascendente de modo que à medida que ele progride para o rebordo 144, todo do 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 a partir 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 pistão movem-se um em relação ao outro em torno da circunferência, como fixando o laser e girando o pistão, de modo que o eixo longo do feixe varre a área tratada. O revestimento fundido resultante substancialmente melhora 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, como SAE 4140 H. Por conseguinte, o objeto da invenção representa solução de menor custo que outras tentativas da arte anterior para superar os problemas associados prior com oxidação do aro e vaso.

Quando 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 é adequadamente irradiada. Devendo o ponto focal do laser 150 se estender acima a calha 142, ele contatará a primeira proteção 148 e será defletido inofensivamente para longe da coroa de pistão 126. Isto é porque a primeira proteção 148 é feita de um material metálico termicamente condutor e

reflexivo, como cobre polido.

Uma vez quando a região de calha 142 foi adequadamente irradiada, atenção pode ser dirigida para o aro 130, o qual foi também revestido pelo material de pulverização. Todavia, porque 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 em que o aro 130. Por conseguinte, uma segunda proteção 152 pode ser usada, como mostrada na figura 9. A segunda proteção 152 pode também ser feita do mesmo material que a proteção metálica reflexiva, como cobre polido, e ser estruturada de modo a cobrir as cavidades de válvula 132. As porções somente expostas da coroa de pistão revestida por pulverização 126 compreendem assim o aro superfície 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 as superfícies inteiras do aro 130 em uma maneira eficiente. Todas às vezes quando o feixe do laser 150 incide na segunda proteção 152, 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 um ajuste 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 subseqüente ataque pelo laser 150, que de outra maneira poderia resultar em reformação metalúrgica não pretendida das superfícies já irradiadas.

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 é calibrado para a profundidade das cavidades de válvula 132, como mostrado na figura 12. O processo de irradiação pode novamente ter lugar com o movimento relativo entre a coroa 126 e o laser 150 sendo realizado por meio da rotação ou outro movimento relativo guiado entre os dois componentes. Quando 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 de luz para longe da superfície de aro 130, protegendo assim as superfícies já reformadas contra ulterior interação indesejada 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.

Embora muitos tipos diferentes de laseres possam ser empregados para efetivamente realizar o passo de irradiar do objeto da invenção, foi constatado que um laser de diodo direto de alta potência produz resultados aceitáveis.

Será apreciado que a primeira 148, segunda 152, e terceira 154 proteções podem ser desenvolvidas em outras seqüências que aquelas descritas acima. Além disto, menos que três ou mais que três proteções podem ser requeridas durante o passo 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 comuns e proprietários 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 lascar ou flocular para longe 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 controlável para controle computadorizado muito preciso. O processo é altamente adaptável também para processos de produção em linha.

Obviamente, muitas modificações e variações da presente invenção são possuíeis 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, caracterizado pelo fato de que inclui os passos de:

prover um pistão tendo uma coroa que apresenta uma superfície de coroa exterior;

preparar um material de revestimento que consiste essencialmente em 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 tendo uma micro-estrutura como aplicada e uma porosidade como aplicada menor de 100% da densidade de material cheio;

e irradiar o revestimento com um feixe de laser de energia alta para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a micro-estrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e a superfície de coroa.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui mascarar uma porção do revestimento para prevenir irradiação do feixe de laser.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que dito passo de mascarar inclui cobrir temporariamente uma porção da coroa com uma proteção metálica reflexiva.

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a coroa de pistão inclui um aro geralmente anular e um vaso de combustão côncavo fixado abaixo da aro, dito passo de cobrir uma porção da coroa temporariamente inclui cobrir um dentre o aro e o vaso mas não o outro dentre o aro e o vaso.

5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo

fato de que a coroa de pistão inclui pelo menos uma cavidade de válvula formada no aro, dito passo de cobrir temporariamente uma porção da coroa incluir cobrir um dentre o aro e a cavidade de válvula mas não o outro dentre o aro e a cavidade de válvula.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dito passo de aplicar o material de revestimento inclui violentamente impelir o material de pulverização para a coroa de pistão em um fluxo gasoso gerado por um processo de combustão.

7. Método de acordo com a reivindicação 6 caracterizado pelo fato de que dito passo de colocar o material de pulverização em um fluxo gasoso inclui forçar o fluxo gasoso por um bocal de acelerador.

8. Método de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que dito passo de impelir violentamente o material de pulverização inclui produzir um arco elétrico de CC.

9. Método de acordo com a reivindicação 8 caracterizado pelo fato de que dito passo de produzir um arco elétrico de CC inclui ionizar um gás inerte para produzir um jato de plasma de alta temperatura.

10. Método de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que dito passo de irradiar o revestimento inclui empregar um laser de diodo direto de alta potência.

11. Método de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que dito passo de impelir violentamente o material de pulverização inclui aplicar o material de pulverização em menos do que toda a superfície de coroa exterior.

12 Método de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que dito passo de prover um pistão inclui formar o pistão de uma composição de material incluindo uma liga de aço.

13. Método de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a superfície de coroa exterior tem uma zona de contato de

pluma que inclui aquela porção da superfície de coroa exterior a ser alvejada subseqüentemente por uma pluma de injeção de combustível de aproximadamente 5° BTDC para aproximadamente 10° ATDC de movimento de pistão dentro de um cilindro, e dito passo de impelir violentamente o material de pulverização inclui o passo de revestir a zona de contato de pluma da superfície de coroa exterior mas não a superfície de coroa exterior inteira.

14. Método para operar um pistão de aço em um motor diesel injetado por combustível, caracterizado pelo fato de que inclui os passos 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 que forma um rebordo geralmente anular;

alternar o pistão no cilindro para e afastado da cabeça de cilindro;

descarregar violentamente combustível líquido no cilindro e para o rebordo da coroa de pistão;

queimar o combustível adjacente o rebordo da coroa de pistão;

e dito passo de prover um pistão incluindo alterar a composição de superfície do rebordo da coroa de pistão aplicando um material de revestimento que consiste essencialmente em uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação para o rebordo tendo uma micro-estrutura como-aplicada e uma porosidade como-aplicada menos de 100% densidade material cheia, e irradiar o revestimento com um feixe de laser de energia alta para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a micro-estrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e o rebordo.

15. Método de acordo com a reivindicação 14 caracterizado pelo fato de que dito passo de prover um pistão adicionalmente inclui alternar a composição de superfície do aro da coroa de pistão impelindo violentamente

um material de pulverização que consiste essencialmente em uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação para o aro tal que as partículas de material de pulverização plasticamente deformam durante impacto com o aro, e em que o material de pulverização adere ao aro como um revestimento durável que tem uma micro-estrutura como pulverizada e uma porosidade como- pulverizada menos de 100% da densidade de material cheio, e irradiar o revestimento com um feixe de laser de energia alta para aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a micro-estrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e o aro.

16. Método de acordo com a reivindicação 15 caracterizado pelo fato de que dito passo de prover um pistão adicionalmente inclui alternar a composição de superfície de pelo menos uma porção do vaso da coroa de pistão violentamente impelindo um material de pulverização que consiste essencialmente em uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação para o vaso tal que as partículas de material de pulverização plasticamente deformam durante impacto com o vaso, e em que o material de pulverização adere ao aro como um revestimento durável que tem uma micro-estrutura quando pulverizada e uma porosidade quando- pulverizada menos de 100% densidade de material cheio, e irradiar o revestimento com um feixe de laser de energia alta aumentar a densidade do revestimento enquanto simultaneamente reformando a micro-estrutura e criando uma ligação de material entre o revestimento e o vaso.

17. Pistão para um motor diesel injetado por combustível, caracterizado pelo fato de que inclui:

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

uma coroa anexada sobre dita saia, dita coroa incluindo um aro geralmente anular e um vaso côncavo fixado abaixo de dito aro, e um rebordo geralmente anular ao longo da interface entre dito aro e dito vaso;

e dito rebordo que tem um tratamento de superfície ligado que consiste essencialmente em uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação aplicada irradiado com um feixe de laser de energia alta.

18. Pistão de acordo com a reivindicação 17 caracterizado pelo fato de que disse coroa de pistão é fabricada de uma composição de material base que consiste essencialmente em aço.

19. Pistão de acordo com a reivindicação 17 caracterizado pelo fato de que dito aro tem um tratamento de superfície ligado que consiste essencialmente em uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação pulverizada irradiado com um feixe de laser de energia alta.

20. Pistão de acordo com a reivindicação 19 caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção de dito vaso tem um tratamento de superfície ligado que consiste essencialmente em uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação pulverizada irradiado com um feixe de laser de energia alta.

21. Pistão de acordo com a reivindicação 17 caracterizado pelo fato de que dito composição resistente à corrosão e resistente à oxidação pulverizada de dito tratamento de superfície ligado é selecionada do grupo que consiste de: Amdry 995C, Inconel 718, Stellite 6, Níquel-cromo, Cromo, e ligas dos mesmo.

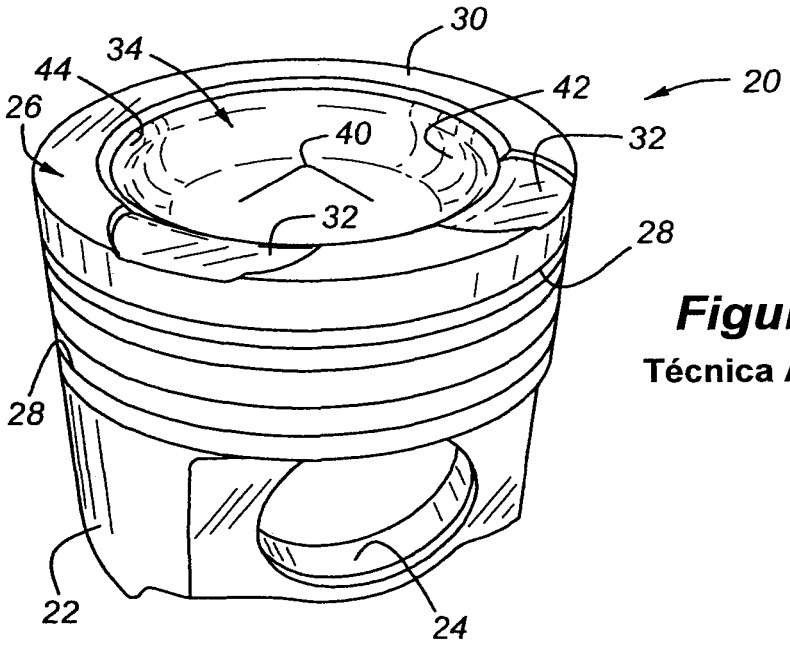


Figura 1
Técnica Anterior

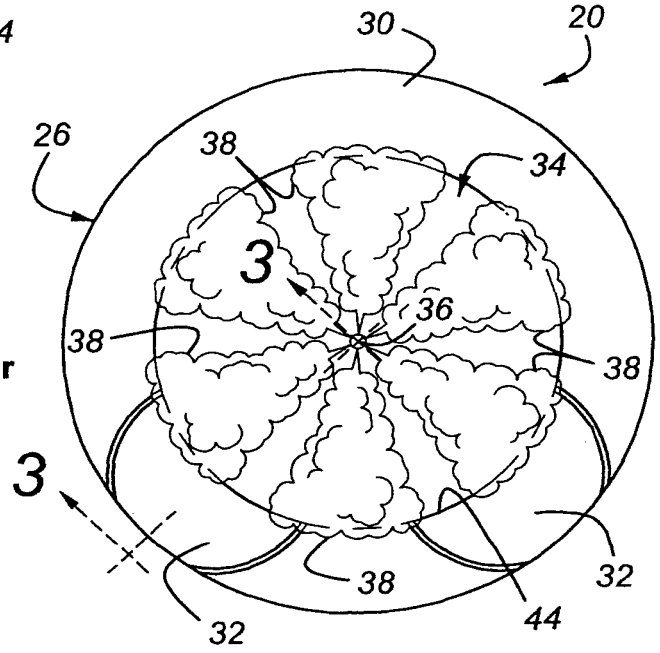


Figura 2
Técnica Anterior

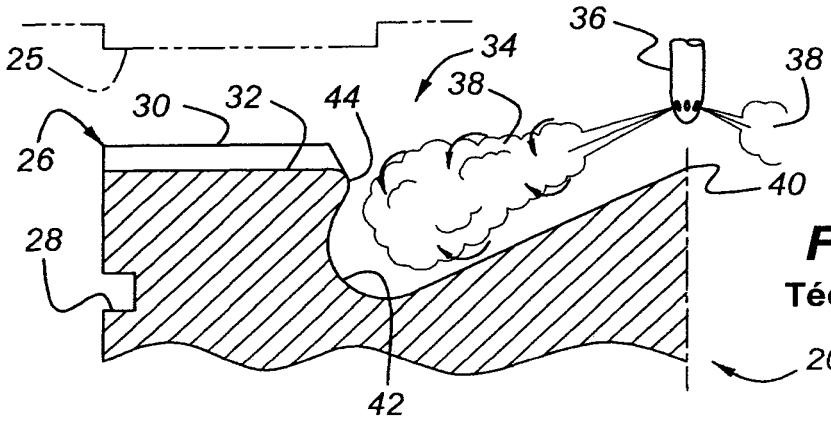


Figura 3
Técnica Anterior

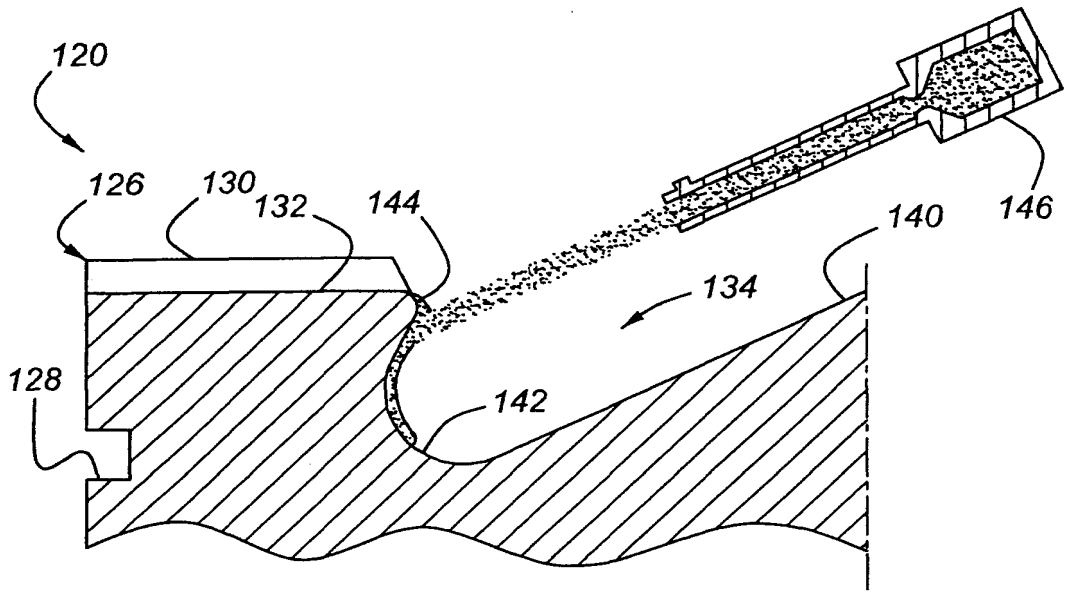


Figura 4

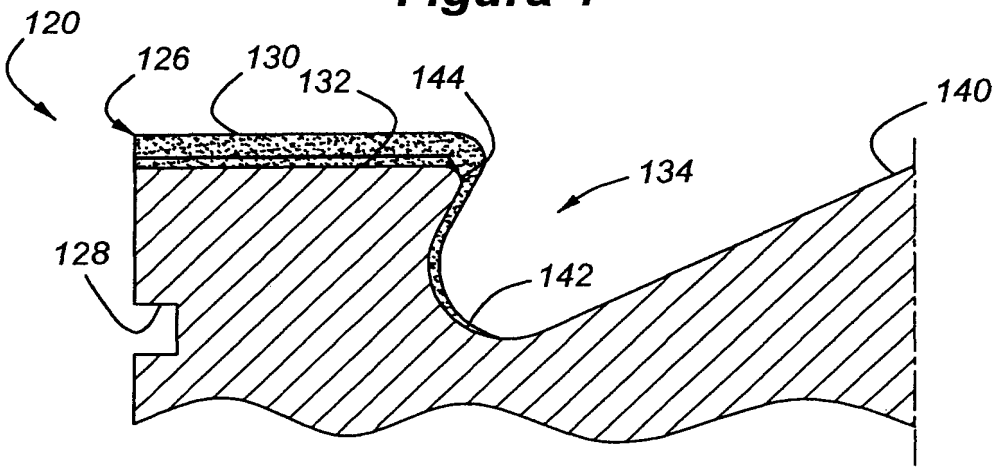


Figura 5

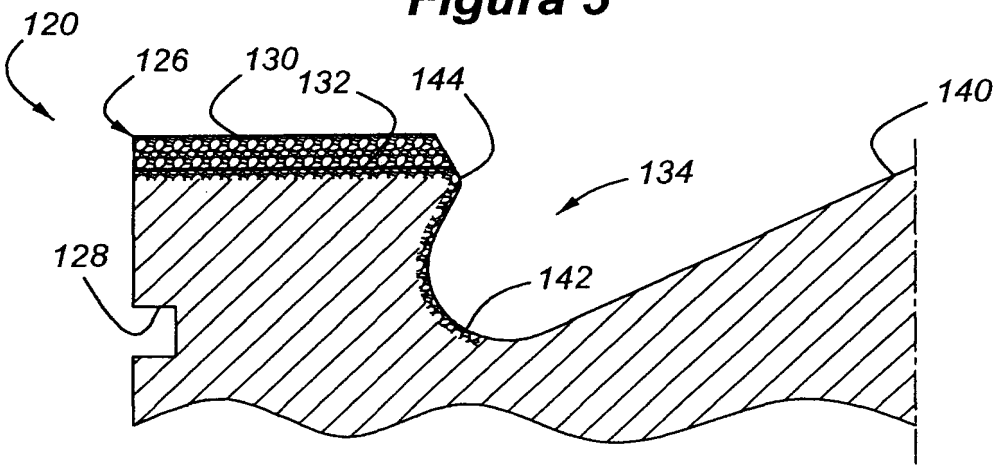


Figura 6

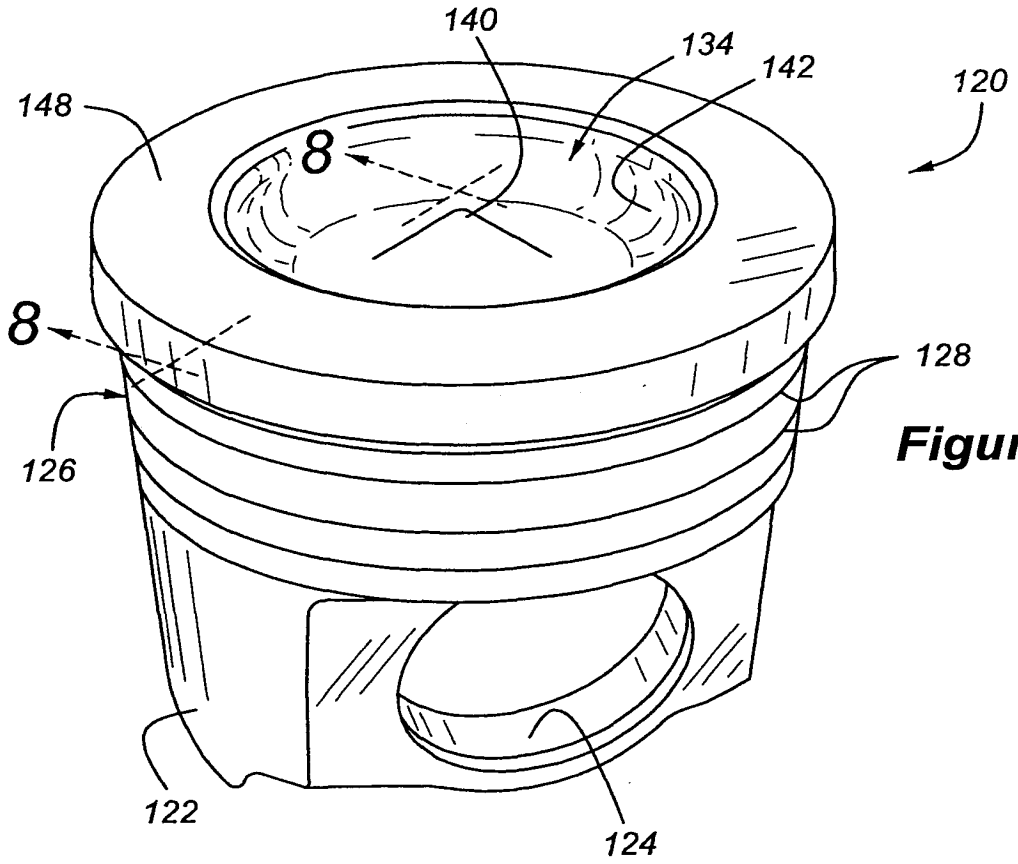


Figura 7

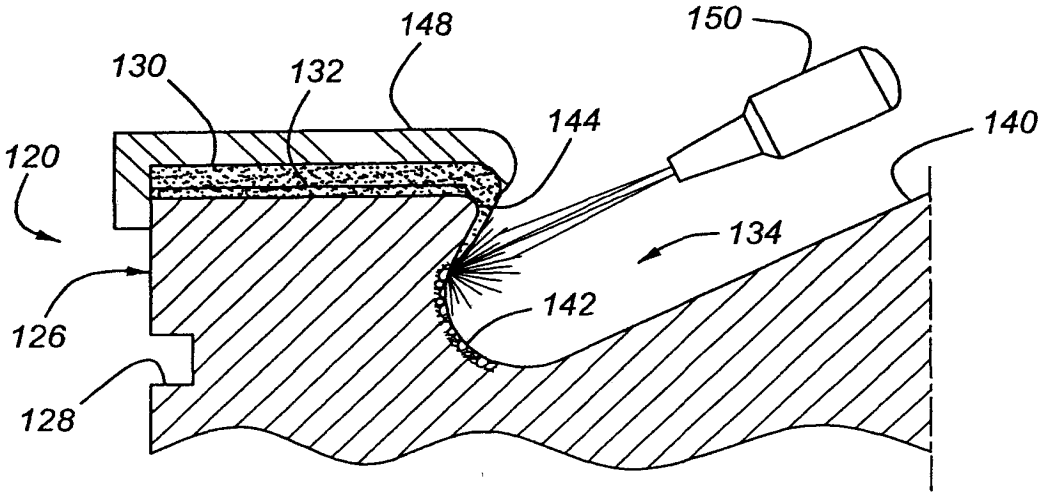


Figura 8

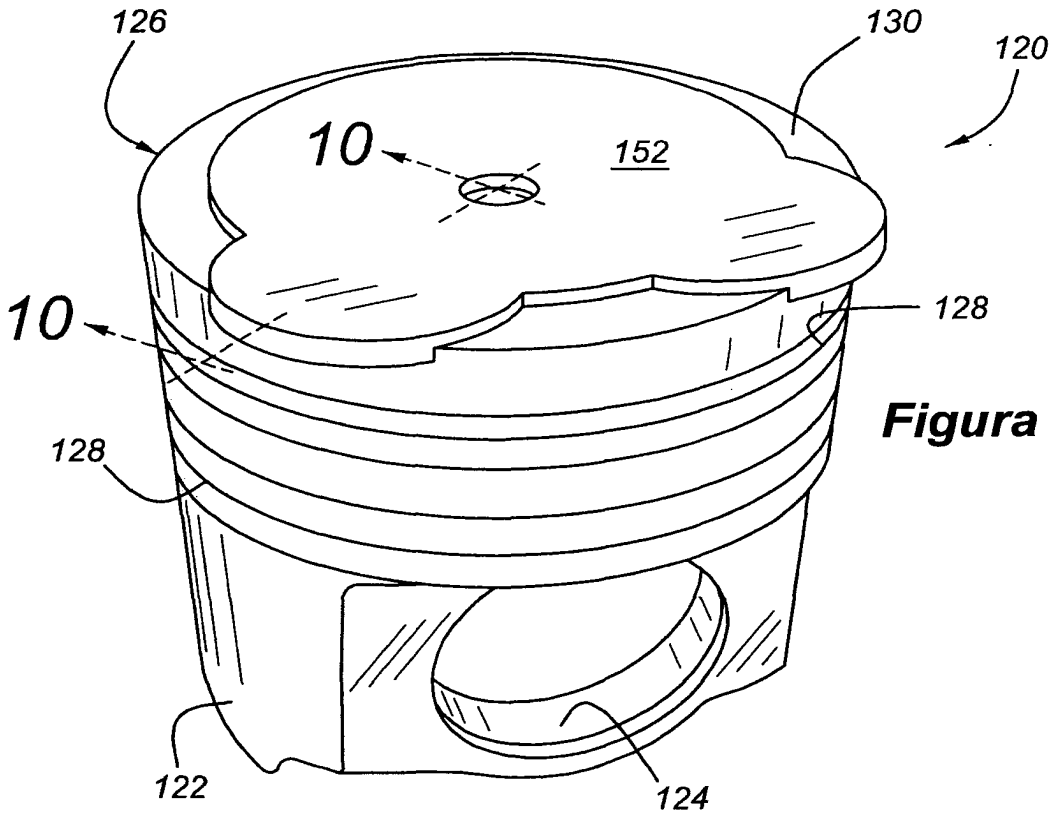


Figura 9

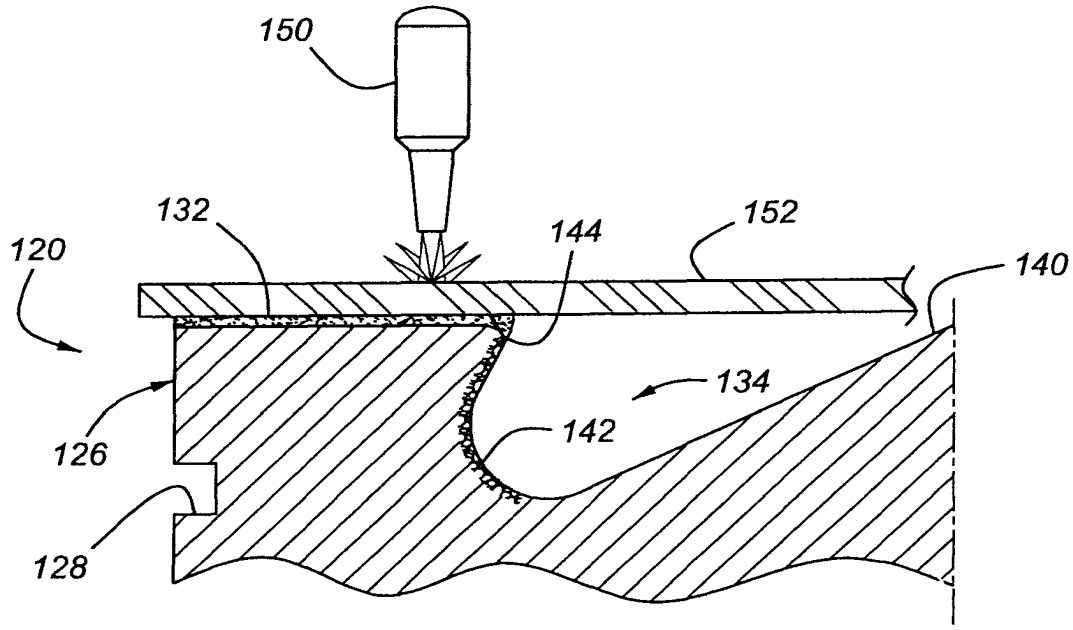


Figura 10

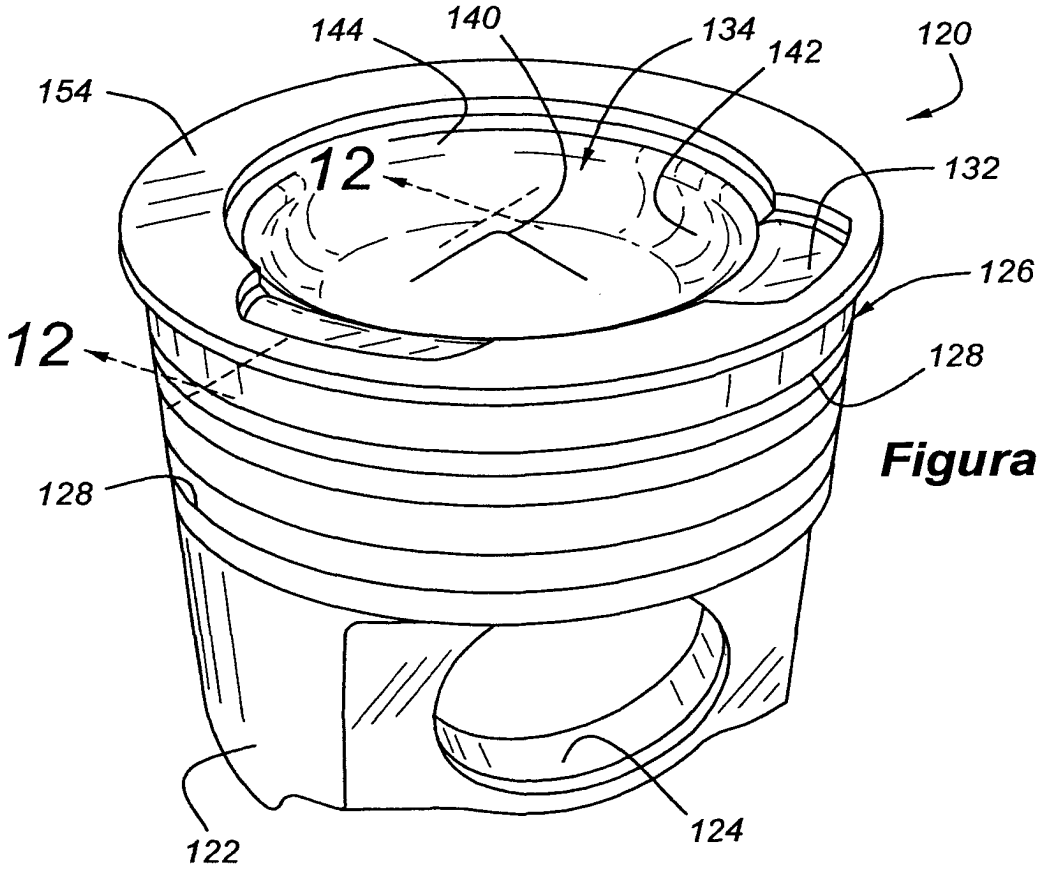


Figura 11

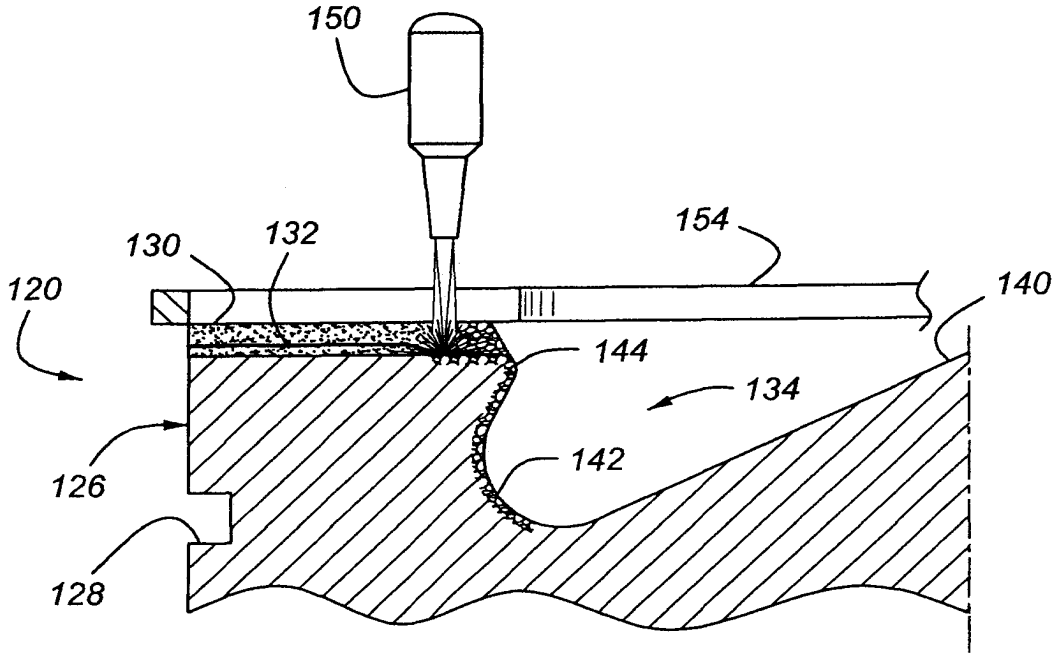


Figura 12

RESUMO

"MÉTODOS PARA MELHORAR A RESISTÊNCIA À CORROSÃO DE UMA COROA DE PISTÃO PARA UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA E PARA OPERAR UM PISTÃO DE AÇO EM UM MOTOR DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL, E, PISTÃO PARA UM MOTOR DIESEL INJETADO POR COMBUSTÍVEL"

Um pistão (120) e método para fazer um pistão (120) para um motor diesel injetado por combustível adaptado para resistir os efeitos prejudiciais de injeção de combustível pluma-induzidos oxidação nas regiões do pistão faça rolar (134) e aro (130). As superfícies do pistão coroam (126) mirou pela pluma de injeção de combustível (138) é coberto primeiro com uma composição resistente à corrosão e resistente à oxidação aplicada como uma suspensão ou por uma técnica borrifando térmica, como HVOF ou protoplasma borrifar. Depois disso, um feixe de laser de energia alta industrial irradia o revestimento como-borrifada para aumentar sua densidade, enquanto reformando sua micro-estrutura simultaneamente para fundir, ligue, e materialmente une o material de revestimento com o substrato de aço subjacente, enquanto resultando assim em uma superfície protetora durável para a coroa de pistão de aço (126).