

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

(21) **PI0710501-0 A2**

(22) Data de Depósito: 06/04/2007
(43) Data da Publicação: 16/08/2011
(RPI 2119)



(51) *Int.Cl.:*
H01T 13/20 2006.01
H01T 13/22 2006.01
H01T 13/34 2006.01

(54) Título: **VELA DE IGNIÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 05/04/2007 US 11/697124,
07/04/2006 US 60/790215

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

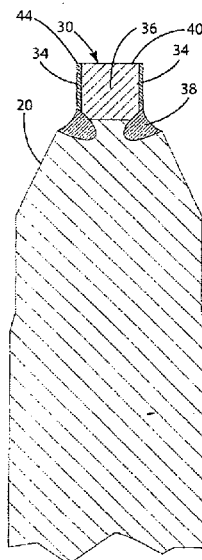
(72) Inventor(es): Iryna Levina, James D. Lykowski

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2007066133 de 06/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/118190 de 18/10/2007

(57) Resumo: VELA DE IGNIÇÃO. É descrita uma vela de ignição que tem um eletrodo central e um eletrodo terra, em que a parte de centelhamento de pelo menos um do eletrodo central e do eletrodo terra inclui um material base e um material protetor que impede substancialmente corrosão do material base.





PI0710501-0

“VELA DE IGNIÇÃO”

REFERÊNCIA CRUZADA AO PEDIDO RELACIONADO

5 Este pedido reivindica o benefício do pedido provisório U.S. 60/790.215, depositado em 7 de abril de 2006, a revelação na íntegra desse pedido sendo considerada parte da revelação deste pedido e por meio deste incorporado pela referência.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

10 A presente invenção diz respeito a uma vela de ignição que tem um eletrodo central e um eletrodo terra. Uma parte de pelo menos um do eletrodo central e do eletrodo terra inclui uma parte de centelhamento que tem um material base e um material protetor para impedir corrosão do material base.

15 Velas de ignição são bem conhecidas na indústria e têm sido há muito usadas para iniciar a combustão em motores de combustão interna. Velas de ignição desempenham a função básica de inflamar gases em um cilindro de motor, cuja ignição cria um curso de potência. Exatamente por causa da natureza dos motores de combustão interna, velas de ignição são expostas a muitos extremos que ocorrem dentro de um cilindro do motor, incluindo altas temperaturas e vários gases de combustão corrosivos que
20 tradicionalmente têm reduzido a vida útil da vela de ignição. Erosão por centelhamento pode também reduzir a vida útil da vela de ignição.

Erosão por centelhamento elétrico é onde o eletrodo e, em particular, a ponta de ignição de uma vela de ignição, corrói durante operação em virtude de a energia periódica do arco da centelha que evapora o material
25 do eletrodo. Velas de ignição tradicionalmente têm eletrodos formados de níquel e ligas de níquel, que são suscetíveis a erosão por centelhamento. O uso de nova tecnologia em motores para aumentar a economia de combustível resultou em mais energia passando pela vela de ignição para forçar a centelha a pular a folga entre o eletrodo central e o eletrodo terra, e potencialmente

uma maior duração do arco. Esta maior energia aumentou a taxa de erosão por centelhamento em materiais suscetíveis a erosão por centelhamento, e mais fabricantes de vela de ignição estão fugindo dos materiais de níquel ou liga de níquel na busca de materiais que são altamente resistentes a erosão por centelhamento, tais como platina, irídio ou suas ligas.

Embora níquel e ligas de níquel tradicionalmente tenham sido muito resistentes a corrosão, muitos dos metais ou ligas metálicas sucedâneas, que são mais resistentes a erosão por centelhamento do que níquel ou ligas de níquel, podem também suscetíveis a corrosão. Os materiais sucedâneos mais comuns de níquel ou ligas de níquel têm sido platina, irídio ou suas ligas. Como platina e irídio são geralmente caros, é desejável minimizar a quantidade de material usado para prover a parte de centelhamento. Portanto, uma parte de centelhamento formada de platina ou irídio ou suas ligas é tipicamente anexada a um eletrodo central de níquel ou liga de níquel e de tamanho reduzido.

Embora platina e ligas de platina sejam muito boas na redução da erosão por centelhamento, elas podem também ser suscetíveis a corrosão. Além disso, platina e ligas de platina, quando usadas como a parte da centelha, podem se ligar nos constituintes da combustão e podem formar nódulos ou crescimentos na parte da centelha. Com o tempo, esses crescimentos podem eventualmente interferir na centelha ou mudar a abertura de centelhamento ou perfil da centelha, reduzindo assim o desempenho da vela de ignição. Além disso, como alguns dos gases de combustão podem causar corrosão da parte de centelhamento de platina, tal corrosão pode fazer com que a abertura da vela de ignição mude e assim reduz o desempenho da vela de ignição. O menor desempenho de velas de ignição pode causar falha de combustão, menor economia de combustível e baixo desempenho do motor.

Para melhorar o desempenho de velas de ignição e impedir

crescimento de vários materiais na parte de centelhamento da vela de ignição, muitos fabricantes de velas de ignição têm recentemente mudado a parte de descarga ou centelhamento para irídio. Como irídio tem um ponto de fusão muito alto, ele é também altamente resistente a erosão por centelhamento, mas é suscetível a oxidação e outra corrosão a altas temperaturas operacionais. Entretanto, à medida que fabricantes de motores aumentam as tensões elétricas e térmicas na vela de ignição pelas mudanças no motor para aumentar a economia de combustível, observou-se que irídio tem um estado de oxidação muito volátil a altas temperaturas, tal como o limite superior da faixa operacional da vela de ignição (800 – 1.100 °C). Em comparação com motores tradicionais, esses motores da tecnologia mais recente exigem que mais energia seja suprida através da vela de ignição para forçar a centelha a pular a abertura entre o eletrodo central e o eletrodo terra, e a temperatura operacional das velas de ignição tem aumentado. A altas temperaturas, uma parte de centelhamento de irídio de uma vela de ignição pode apresentar severa corrosão.

Em um modo particular, acredita-se que corrosão do irídio ocorra quando cálcio e/ou fósforo reagem com irídio para causar corrosão e erosão da parte de centelhamento. A presença de cálcio e fósforo em materiais de combustão é um desenvolvimento relativamente mais recente, já que os fabricantes de motores tentam aumentar a economia de combustível pela redução do atrito e, portanto, algumas vezes permitindo que mais óleo vaze para a câmara de combustão. Cálcio e fósforo estão basicamente presentes em óleos de motores e, em particular, aditivos de óleo. Acredita-se que cálcio e fósforo na presença de oxigênio durante combustão dentro do cilindro do motor reajam com irídio para formar um composto volátil que evapora e resulta em perda de irídio na parte de centelhamento. Mais especificamente, acredita-se que cálcio gasoso durante o ciclo de combustão e exaustão condense na parte de centelhamento de irídio da vela de ignição e, em

particular, nos lados da parte de centelhamento. Sabe-se que cálcio fundido dissolve irídio e que irídio é vulnerável a oxidação na presença de fósforo. Portanto, o composto formado depois que o fósforo e oxigênio reagem com a mistura de cálcio e irídio dissolvida é muito volátil e sujeita a evaporação ou vaporização, que resulta em perda da parte de centelhamento de irídio. Mais especificamente, este mecanismo de corrosão com fósforo e cálcio tipicamente corrói os lados do eletrodo, e não a superfície de centelhamento voltada para o eletrodo oposto, que, por causa da atividade da centelha na superfície de centelhamento, acredita-se impedir o acúmulo de depósitos corrosivos. Um diagrama de uma vela de ignição mostrando a perda de uma parte da parte de centelhamento está mostrado na figura 1. Deve-se notar também que irídio pode também apresentar uma certa oxidação sem a presença de cálcio e fósforo na faixa de temperatura de cerca de 800 a 1.100 °C e, com a presença de cálcio e fósforo, o processo de corrosão supradescrito pode ocorrer a temperatura baixa de até 600 °C, que está na faixa operacional típica de uma vela de ignição. Certamente, à medida que a compressão do motor aumenta, a faixa operacional de temperatura de uma vela de ignição aumenta e a oxidação de irídio, mesmo sem a presença de cálcio e fósforo, tornará cada vez mais um problema.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Em vista do exposto, a presente invenção está voltada para uma vela de ignição em que pelo menos um do eletrodo central e do eletrodo terra inclui uma parte de centelhamento que tem um material base que é altamente resistente a erosão por centelhamento e um material protetor que é altamente resistente a vários mecanismos de corrosão que uma vela de ignição pode apresentar. O material protetor é uma camada fina de liga metálica ou camadas de metal aplicadas no material base ou formadas com o material base como uma camada externa. O material protetor pode ser formado de uma liga que tem pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em

níquel, platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio. O material protetor pode também ter camadas individuais selecionadas do grupo citado.

5 Escopo adicional de aplicabilidade da presente invenção ficará
aparente a partir da descrição detalhada, reivindicações e desenhos seguintes.
Entretanto, deve-se entender que a descrição detalhada e exemplos
específicos, embora indicando modalidades preferidas da invenção, são dados
apenas a título de ilustração, uma vez que várias mudanças e modificações de
acordo com o espírito e escopo da invenção ficarão aparentes aos versados na
10 técnica.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A presente invenção será mais bem entendida a partir da
descrição detalhada dada aqui a seguir, reivindicações anexas e desenhos
anexos, em que:

15 A figura 1 é um diagrama exemplar de uma parte de
centelhamento de irídio que foi severamente corroída;

A figura 2 é uma vista seccional parcial de uma vela de
ignição;

20 A figura 3 é uma vista seccional ampliada do eletrodo central
incluindo a parte de centelhamento da vela de ignição;

A figura 4 é uma vista seccional ampliada do eletrodo central
incluindo a parte de centelhamento da vela de ignição;

A figura 5 é uma vista ampliada do eletrodo central incluindo a
parte de centelhamento da vela de ignição;

25 A figura 6 é uma vista seccional ampliada do eletrodo central
incluindo a parte de centelhamento da vela de ignição;

A figura 7 é uma vista seccional ampliada do eletrodo central
incluindo a parte de centelhamento da vela de ignição;

A figura 8 é uma vista seccional ampliada do eletrodo central

incluindo a parte de centelhamento da vela de ignição;

A figura 9 é uma vista seccional ampliada do eletrodo terra incluindo uma parte de centelhamento;

5 A figura 10 é uma vista seccional ampliada da parte de centelhamento ilustrando o limite difundido;

A figura 11 é uma vista seccional ampliada do eletrodo central incluindo a parte de centelhamento da vela de ignição com múltiplas camadas de material protetor antes da difusão do material protetor com o material base; e

10 A figura 12 é uma vista seccional ampliada do eletrodo terra incluindo uma parte de centelhamento.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

A presente invenção ilustrada nas figuras está voltada para uma vela de ignição 10 (figura 2) que tem um eletrodo terra 12 e um eletrodo central 20. O eletrodo central 20 e/ou eletrodo terra 12 incluem uma parte de centelhamento 30. A parte de centelhamento 30 pode ser colada, soldada 38 ou de outra forma anexada no eletrodo central 20 (figura 2) e/ou no eletrodo terra 12 (figura 9).

20 A parte de centelhamento 30 inclui um material base 36 e um material protetor 34 que no geral formam uma camada externa ou protetora (figuras 3-9). Conforme ilustrado na figura 10, o material protetor 34 pode difundir-se no material base, formando uma parte de centelhamento 30 sem uma camada distinta entre o material protetor 34 e o material base 36. Mais particularmente, o material base 36 é basicamente formado de um material
25 resistente a erosão por centelhamento, tais como irídio (Ir), platina (Pt), paládio (Pd), ródio (Rh), rutênio (Ru), rênio (Re) e suas ligas. Os elementos mais comumente usados do grupo citado incluem platina e irídio. Adições exemplares para formar ligas do material base citado incluem um ou mais elementos selecionados do grupo consistindo em irídio, platina, paládio,

ródio, rutênio, rênio, zircônio (Zr), níquel (Ni) e tungstênio (W). Um outro material base exemplar 36 formado de uma liga está descrito com mais detalhes no pedido de patente U.S. 11/691.288, depositado em 26 de março de 2007 e intitulado "Spark Plug". Embora a presente invenção contemple irídio ou platina como o material base, ou uma liga de irídio ou liga de platina, a presente invenção não está limitada apenas ao uso de irídio ou platina, ou ligas de irídio ou platina, como o material base. Também uma liga de irídio exemplar adequada para uso como o material base inclui 94 % a 99 % de irídio, 1 % a 3 % de ródio, 0,1 % a 1,5 % de tungstênio e 0,01 % a 0,1 % de zircônio em peso. Para grandes velas de ignição industriais, o material base tipicamente tem um diâmetro de aproximadamente 1,8 mm a 4 mm, para velas de ignição de veículos 0,4 mm a 2,1, e velas de ignição de passatempo de 0,25 mm a 2,1 mm.

O material protetor 34 impede corrosão ou oxidação do material base. Também, como materiais resistentes a corrosão na presença de cálcio e fósforo são tipicamente suscetíveis a erosão por centelhamento, e que centelhas tipicamente se originam em uma borda 44 e/ou superfície de centelhamento 40 da parte de centelhamento 30, o material protetor tem que ser formado fino o bastante para que a centelha através da abertura de centelhamento 14 basicamente se origine no material base 36, e não no material protetor 34, durante continuidade da operação da vela de ignição. Em algumas modalidades, para facilitar a fabricação, a superfície de descarga 40 pode também ser revestida com material protetor de sacrifício 36 que erode da superfície de descarga 40 durante operação, mas permanece nos lados da parte de centelhamento 30 para proteger contra corrosão na presença de cálcio e fósforo. Como o material protetor 34 é formado com uma camada muito fina de material, qualquer mudança na folga por causa da erosão por centelhamento não é substancial para afetar o desempenho da vela de ignição. Portanto, o material protetor 34 é em geral formado com uma espessura de

aproximadamente até 0,25 mm no lado da parte de centelhamento 30 e, mais particularmente, menos que 0,12 mm., e também mais particularmente menos que 0,05 mm. Nas modalidades onde a superfície de descarga 40 é revestida com um material protetor de sacrifício 36, é preferível que o material protetor tenha menos que 0,05 mm de espessura pelo menos na superfície de descarga 40. Observou-se também que materiais protetores aproximadamente iguais ou com menos que 0,01 nos lados da parte de centelhamento 30 fornecem proteção suficiente contra corrosão na presença de cálcio e fósforo. Nas modalidades onde é usada uma camada mais espessa de material protetor 36, tal como até 0,25 mm, pode ocorrer um pouco de erosão próximo à borda 44 da parte de centelhamento, entretanto, a borda 44 e a superfície de descarga 40 da parte de centelhamento 30 tipicamente não são suscetíveis a corrosão na presença de fósforo e cálcio, já que a atividade de centelhamento impede este mecanismo de corrosão na presença de fósforo e cálcio. Também, como o material protetor 34 é formado de uma camada ou camadas muito finas de material, a camada de material protetor 34 é substancialmente não suscetível a erosão por centelhamento, mesmo na borda 44. Portanto, com uma espessura de menos de 0,05 e mais particularmente 0,01 mm, a quantidade de material do material protetor 34 adicionada ou depositada no material base 36 é mínima. Portanto, material protetor suficiente é depositado na circunferência externa do material base para formar uma parte de centelhamento 30 que é altamente resistente à corrosão, minimizando ainda a quantidade de material depositado para impedir erosão por centelhamento excessiva próxima da borda 44.

O material protetor 34 é particularmente bem adequado para velas de ignição de alto desempenho, já que permite maximização dos benefícios do material base, eliminando ainda a necessidade de preocupações com corrosão do material base por causa de cálcio e fósforo. Mais particularmente, em vez de mudar a composição da liga do material base 36

para impedir corrosão na presença de cálcio e fósforo, que pode algumas vezes afetar detrimentalmente o desempenho do eletrodo, e mais particularmente o desempenho da parte de centelhamento 30, o material base 36 pode manter uma eficiência e desempenho maximizado, com o material protetor impedindo corrosão na presença de cálcio e fósforo.

A parte de centelhamento 30 na modalidade ilustrada é modelada em uma forma cilíndrica ou poligonal com uma circunferência externa 42 e uma primeira extremidade ou superfície de descarga 40. A extremidade oposta à superfície de descarga 40 é anexada no eletrodo central 20. O eletrodo central 20 é geralmente formado de níquel ou liga de níquel, entretanto, outros elementos e ligas podem ser usados, tais como elementos centrais a base de ferro. Conforme ilustrado nas figuras 3, 7 e 9, o material protetor 34 não estende-se sobre a primeira extremidade ou superfície de descarga 40 e, nas figuras 4, 6 e 8, estende-se sobre a superfície de descarga 40. Como a superfície de descarga 40 constantemente tem centelhas que emanam dela durante operação, corrosão na superfície de descarga é mínima ou inexistente, já que o centelhamento predominantemente mantém a superfície de descarga sem elementos corrosivos, dessa forma eliminando substancialmente corrosão da superfície de descarga.

O material protetor impede a corrosão ou oxidação do material base 36. Este material protetor 34 pode ser formado de um ou mais dos elementos selecionados do grupo que consiste em irídio, platina, paládio, ródio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, níquel, tungstênio, ouro (Au), ósmio (Os), ferro (Fe) e alumínio (Al). Os inventores observaram que um revestimento protetor de níquel com um ou mais dos elementos selecionados do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, níquel, tungstênio, ouro (Au), ósmio (Os), ferro (Fe) e alumínio (Al) fornece melhor proteção contra corrosão e oxidação. Além disso, observou-se que uma liga que forma um material

protetor 34 e incluindo pelo menos níquel e cromo ou cobre fornece excelente proteção contra corrosão e oxidação, bem como maior vida útil e durabilidade. Uma camada protetora exemplar que foi considerada prover boa resistência a corrosão tem aproximadamente 85 % de níquel e 15 % de cromo em peso. Acredita-se que a inclusão de irídio no material protetor 34 permite melhor ligação ou adesão a um material base 36 formado basicamente de irídio, provendo assim maior durabilidade e vida útil. Portanto, o material protetor 34 pode ser formado com uma parte d do material base para melhorar a interconexão do material base 36 e o material protetor 34, melhorando assim a durabilidade e vida útil da vela de ignição.

Observou-se que as ligas seguintes fornecem proteção suficiente contra corrosão e durabilidade suficiente. Essas ligas incluem (1) níquel e cobre, (2) níquel e cromo, (3) níquel, cobre e cromo, (4) níquel, cobre mais um dos elementos selecionados do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, rutênio, rênio, vanádio, zircônio, tungstênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio, (5) níquel, cromo e um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, rutênio, rênio, vanádio, zircônio, tungstênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio, (6) níquel, cobre, cromo e um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, rutênio, rênio, vanádio, zircônio, tungstênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio, (7) cromo, (8) cobre e cromo, (9) cobre mais um dos elementos selecionados do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, rutênio, rênio, vanádio, zircônio, tungstênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio, (1) cromo e um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, rutênio, rênio, vanádio, zircônio, tungstênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio, (11) cobre, cromo e um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, rutênio, rênio, vanádio, zircônio, tungstênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio.

Embora o material protetor 34 possa ser formado de uma única

liga, tal como descrito anteriormente, cada um dos elementos pode também ser colocado em camadas separadas no material base. Observou-se que a colocação de camadas sucessivas separadas de cada elemento individual, em vez de suas ligas, fornece proteção suficiente da maneira desejada e reduz o custo de material. Por exemplo, se um material base for irídio ou uma liga de irídio, cobre pode ser aplicado como uma primeira camada através de deposição e em seguida níquel pode ser aplicado como uma camada externa por meio de uma opção de deposição sucessiva. Certamente, cromo poderia ser usado em substituição ao cobre para atingir resultados de resistência à corrosão similares. Certamente, várias ordens de arranjo podem também ser usadas, com o níquel sendo a camada interna e em contato direto com o material base. Os inventores observaram também que qualquer arranjo de camadas para materiais protetores incluindo cobre, níquel e cromo pode ser usado, entretanto, um material de camada protetora particularmente usado é formado pela deposição de uma primeira camada de cobre 34a no material base 36, uma segunda camada 34b de cromo aderida no cobre por meio de uma operação de deposição e em seguida uma terceira camada 34c de níquel aderida no cromo por meio de uma operação de deposição, ilustrada em uma vista seccional exagerada na figura 11. Entretanto, deve-se notar que as camadas individuais podem posteriormente difundir-se no material base.

Com utilização de uma camada fina supradescrita, durante a ignição da vela de ignição ou componente da vela de ignição em um forno durante o processo de fabricação e potencialmente na operação posterior da vela de ignição em um motor, o material protetor 34 difunde-se no material base 36, de maneira que o material protetor e o material base difundem-se um no outro, de forma que fica difícil determinar um limite definido entre o material protetor 34 e o material base 36, conforme ilustrado na figura 10. Mais especificamente, em virtude de o material base 36 difundir com o material protetor 34 em torno da circunferência externa, em uma vista

seccional transversal, a parte de centelhamento 30 move-se do material predominantemente protetor próximo à circunferência externa 42 através de uma área de difusão 90, onde a quantidade de material protetor diminui continuamente à medida que se aproxima do material base (figura 10). As

5 figuras 3-10 ilustram um material protetor 34 de uma maneira exagerada da espessura antes da difusão. Conforme ilustrado na figura 10, a camada ilustrada sendo entre aproximadamente 100 % do material protetor na circunferência externa e diminui para pelo menos 10 % onde o limite interno 91 está ilustrado, mesmo que não haja limite distinto uma vez que ocorre

10 difusão. Mais especificamente, a área de difusão 90 de material protetor estende-se da circunferência externa 42 onde o material protetor 34 forma praticamente 100 % do material em direção ao centro 32 da parte de centelhamento 30 até que o material base 36 fique substancialmente predominante, tal como mais de 90 % em peso, na dada área que forma o

15 limite interno 91. Conforme ilustrado na figura 10, uma área 64 onde quantidades iguais de material protetor e material protetor podem ser encontrados. Versados na técnica percebem que as figuras 3-9 para clareza visual ilustram a camada de material protetor ou área de difusão muito mais espessa em relação ao material base do que descrito na especificação, ou

20 reivindicado nas reivindicações. Portanto, quando o material protetor 34 é difundido no material base 36 ele cria uma parte de liga muito fina do material base e do material protetor.

Como a vela de ignição em operação tem o material base 36 difundido para o material protetor 34 e o material protetor 34 difundido para o

25 material base 36, é muito difícil durante operação que o material protetor 34 fique separado do material base 36, como pode ocorrer com materiais revestidos mais espessos. Por exemplo, uma base revestida com uma camada externa com uma espessura maior que 0,12 mm e, mais particularmente, uma espessura de mais de 0,25 mm, pode ter perfis térmicos diferentes por causa

dos materiais diferentes que podem ficar separados com o tempo à medida que a vela de ignição flutua continuamente entre ciclos térmicos quente e frio. Portanto, a provisão de uma camada fina que difunde-se no material base, em vez de se ter distintas camadas individuais, permite que a vela de ignição aumente a vida útil operacional pela maior resistência a erosão por centelhamento, maior resistência a corrosão, bem como maior durabilidade.

A vela de ignição 10 incluindo a parte de centelhamento 30 pode ser feita por qualquer método conhecido. A fabricação de velas de ignição é bem conhecida, incluindo a adição de uma parte de centelhamento 30 no eletrodo central 20 e/ou eletrodo terra 12. Na presente invenção, a parte de centelhamento 30 pode ser ligada, soldada por resistência, soldada a laser, ou anexada por qualquer método conhecido no eletrodo central 20 e/ou eletrodo terra 12. A vela de ignição 10 em geral inclui uma proteção metálica, um isolante, e o eletrodo central 20 disposto no isolante, de maneira tal que a parte de centelhamento 30 no eletrodo central 20 projete-se em direção ao eletrodo terra 12 com a superfície de descarga 40 (figura 2).

O isolante tipicamente é formado de alumina e tem uma passagem pela qual o eletrodo central 20 estende-se. A proteção metálica é formada de uma camisa metálica modelada cilindricamente incluindo partes rosqueadas que são rosqueadas no bloco do motor. A proteção metálica é tipicamente formada de aço carbono comum, mas pode ser aço inoxidável ou outros materiais.

A vela de ignição 10 pode ser feita por qualquer método conhecido. A fabricação de velas de ignição é bem conhecida, incluindo a adição de uma parte de centelhamento 30 no eletrodo central 20 e/ou eletrodo terra 12. Na presente invenção, a parte de centelhamento 30 pode ser ligada, soldada por resistência, soldada a laser ou anexada por qualquer método conhecido. A vela de ignição 10 em geral inclui uma proteção metálica, um isolante, e o eletrodo central 20 disposto no isolante de maneira tal que a parte

de centelhamento 30 no eletrodo central 20 projete-se em direção ao eletrodo terra 12 com a superfície de descarga 40.

A parte de centelhamento 30 é em geral formada primeiramente formando-se o material base 36 de platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio ou suas ligas. O material base 36 da parte de centelhamento 30 pode ser formado por qualquer método conhecido. O material base 36 pode ser formado em chapas metálicas, discos, arames ou hastes por conformação a quente, laminação a quente ou trefilação a quente. Um outro método de formar o material base 36 é tomar um pó de metal e fundir o pó para formar o material base 36. O processo de fusão pode ser feito por fusão a arco, fusão por feixe, fusão laser, fusão por indução de alta frequência ou qualquer outro método conhecido.

Com o material base 36 formado aproximadamente na forma desejada, tipicamente na forma de uma haste alongada ou arame, o material protetor 34 é então adicionado ao material base 36, formando a haste ou arame. O material protetor 34 pode ser adicionado por processos tais como deposição eletrolítico em não eletrolítica, eletrodeposição, pulverização catódica, aspersão com chama ou mesmo co-extrusão. É fundamental que a espessura da camada protetora, quando adicionada à camada base, não tenha mais que 0,25 mm, e mais particularmente é proveitoso que a camada protetora tenha menos que 0,12 mm. Certamente, qualquer outro meio de prover uma camada fina de menos de 0,25 mm e mais particularmente menos de 0,12 mm na superfície externa de um material base pode ser usado para aplicar o material protetor 34 no material base 36. Uma vez que a parte de centelhamento 30 é formada com um material protetor 34 no lado de fora do material base 36, a parte alongada é cortada, estampada, ou prensada no comprimento apropriado e as peças individuais são preparadas para ser anexadas tanto no eletrodo central 20 quanto no eletrodo terra 12.

Métodos de anexar a parte de centelhamento no eletrodo terra

12 e/ou eletrodo central 20 incluem solda, tais como por resistência, laser ou outros meios no elemento central ou terra 12/20. Um outro método é formar impressões ou depressões na superfície externa da parte de centelhamento 30 para criar mecanismos de trava mecânica (não ilustrados). O eletrodo central 5 20 é perfurado no mesmo diâmetro da parte de centelhamento 30, e a parte de centelhamento 30 é inserida no furo (figura 7). O eletrodo central 20 é então aquecido tal como com um laser de maneira tal que o metal funda-se em torno da parte de centelhamento inserida 30 e se forme nas depressões na superfície externa. Certamente, outras operações de formação na parte de centelhamento 10 30, tal como fazendo um rebite de cabeça, podem ser realizadas e em seguida a parte de centelhamento pode ser anexada no eletrodo central 20, como é conhecido na tecnologia. Além disso, a parte de centelhamento 30 pode ser anexada a um outro arame ou disco e soldada nele e, em seguida, por sua vez, soldada no eletrodo central 20 para melhorar a ligação entre o eletrodo central 15 20 e a parte de centelhamento 30.

O eletrodo central 20 está ilustrado na figura 3 soldado diretamente no eletrodo central 20, o eletrodo central 20 pode ser processado para reduzir o diâmetro da ponta de níquel 21 do eletrodo central e prover uma cavidade 22 para receber uma parte de centelhamento 30. A parte de 20 centelhamento 30 pode incluir uma variedade de configurações, tal como uma parte de centelhamento montada 30 formada de mais de um material, e em seguida tendo um material protetor aplicado. Mais especificamente, como um exemplo, a parte de centelhamento pode ser formada de uma parte de níquel e uma parte de irídio, que é montada no eletrodo central (figura 6). O material 25 protetor 36 pode cobrir ambas as partes e ser aplicado antes ou depois da montagem no eletrodo central. Conforme ilustrado nas figuras 3 e 4, a parte de centelhamento 30 pode ser primeiramente processada para ser revestida na parte de base 36 com material protetor 34. A parte de centelhamento 30, quando revestida com o material protetor 34, é então soldada no eletrodo

central 20. As poças de solda 38 ocorrem pela soldagem da parte de centelhamento 30 no eletrodo central 20. A parte de centelhamento 30 nas figuras 5 e 6 é aplicada depois que o material base 36 é anexado no eletrodo central 20. Mais especificamente, o material base 36 é anexado no eletrodo central 20, e em seguida o material protetor 34 é aplicado no eletrodo central 20 e no material base 36. Isto permite fácil aplicação do material protetor durante o processo de fabricação. Na figura 6, um rebite multicamadas é formado como a parte de centelhamento, tendo o material base anexado a um outro material 33, tipicamente liga de níquel. Um exemplo de uma parte de centelhamento 30 montada pode ser encontrado no pedido de patente U.S. número de série 11/602.028, depositado em 20 de novembro de 2006, intitulado "Method of Forming a Spark Plug With Multi-Layer Firing Tip, pedido de patente U.S. número de série 11/602.146, depositado em 20 de novembro de 2006, intitulado "Spark Plug with Multi-Layer Firing Tip" e pedido de patente U.S. número de série 11/602.169, depositado em 20 de novembro de 2006, intitulado "Spark Plug With Multi-Layer Firing Tip", que estão aqui incorporados pela referência. Conforme descrito antes, apenas a parte de centelhamento 30 pode incluir uma camada de material protetor, ou o eletrodo central e a parte de centelhamento podem incluir a camada de material protetor. O material protetor 34 é aplicado no rebite multicamadas para formar a parte de centelhamento 30. A parte de centelhamento de rebite multicamadas 30 é então anexada no eletrodo central, tal como por solda. O rebite multicamadas na figura 6 está ilustrado sendo anexado no eletrodo central e em seguida revestido com o material protetor, entretanto, ele poderia ser primeiramente revestido com o material protetor e em seguida anexado. A figura 9 ilustra a parte de centelhamento 30 sendo aplicada no eletrodo terra 12.

A camada protetora 34 pode também ser adicionada no material base 36 por sucessivas etapas. Mais especificamente, se uma camada

protetora contendo três elementos for desejada, os elementos podem ser adicionados sucessivamente, com três camadas distintas formando a camada protetora. Essas camadas podem então ser difundidas uma na outra por tratamento térmico ou químico, ou podem difundir uma na outra durante
5 operação no motor.

Métodos de anexação da parte de centelhamento 30 no eletrodo terra 12 e/ou eletrodo central 20 incluem soldagem, tais como por resistência, laser ou outros meios, no eletrodo central 20 e/ou eletrodo terra 12. Um outro método é formar impressões ou depressões na superfície externa
10 da parte de centelhamento 30 para criar um mecanismo de trava mecânico. O eletrodo central 20 é perfurado no mesmo diâmetro da parte de centelhamento 30, e a parte de centelhamento 30 é inserida no furo criado. O eletrodo central 20 é então aquecido tal como com um laser de forma que o metal funda-se em torno da haste e se forme nas depressões na superfície externa da haste.

O material protetor pode ser melhorado ainda mais por meio de um tratamento químico ou térmico. O tratamento térmico ou químico pode ocorrer antes ou depois que a parte de centelhamento 30 é anexada no eletrodo central. Por exemplo, o tratamento térmico da parte de centelhamento 30 pode ocorrer durante a ignição da vela de ignição 10 de forma que a
20 conexão entre o material base 36 e a camada protetora 34 seja melhorado pela camada protetora 34 que se difunde para o material base 36. A difusão dos materiais pode ocorrer de forma que a interface entre as duas camadas crie uma camada limite de difusão, em vez de um limite distinto. Além disso, a difusão da interface entre as duas camadas permite uma conexão mais íntima
25 no nível molecular, já que os dois materiais tornam-se similares, cada qual tendo uma parte do outro difundida, provendo ainda a resistência a erosão por centelhamento desejada na superfície de descarga, bem como a resistência a corrosão desejada na circunferência externa.

Durante o processo de fabricação, o material protetor é

5 difundido pelo menos parcialmente no material base, que fornece maior proteção contra corrosão. Mais especificamente, durante a ignição da vedação de vidro, tal como a temperaturas acima de 530 °C, o material protetor começa a difundir para o material base. Por exemplo, quando um material protetor de níquel 34 difunde-se para um material base 36 de irídio, a liga irídio-níquel fornece maior proteção que supera o desempenho tanto do níquel quanto o irídio em si. Portanto, o material protetor forma uma área de difusão 39, ilustrada na figura 10. A área de difusão 90 fornece proteção, mesmo que o material protetor que não difundiu 34 sofra erosão. Além disso, observou-se que a combinação do material base com o material protetor fornece maior proteção. Mais especificamente, a vela de ignição é inflamada para formar a vedação de vidro, tipicamente a temperaturas de cerca de 750 °C a 1.000 °C, o material protetor difunde-se para o material base para formar a área de difusão. A área de difusão, movendo-se do centro da parte de centelhamento, é basicamente o material base, até que uma seção 64 seja atingida, onde o material base e o material protetor estão presentes em quantidades aproximadamente iguais basicamente ao material protetor próximo à borda externa da parte de centelhamento 30. A área de difusão 90 é também próxima à parte externa da parte de centelhamento 30. Dependendo da espessura aplicada do material protetor, a área de difusão não pode ser exposta durante o processo de fabricação, e a superfície externa é somente o material protetor. Entretanto, durante operação do motor, o material protetor pode formar a superfície externa da parte de centelhamento.

25 A discussão apresentada revela e descreve uma modalidade exemplar da presente invenção. Versados na técnica percebem facilmente por tal discussão, e pelos desenhos e reivindicações anexas, que várias mudanças, modificações e variações podem ser feitas nela sem fugir do verdadeiro espírito e escopo lícito da invenção definida pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Vela de ignição, caracterizada pelo fato de que tem um eletrodo central e um eletrodo terra, e em que pelo menos um do dito eletrodo central e do dito eletrodo terra compreende uma parte de centelhamento incluindo um material base e um material protetor compreendendo níquel e pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.
2. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material base inclui irídio.
3. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio é selecionado do grupo que consiste em platina, ródio, irídio, rutênio e rênio.
4. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio é selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.
5. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém níquel em uma quantidade maior que 50 % em peso da dita camada protetora.
6. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém pelo menos 80 % em peso de níquel.
7. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém níquel em uma

quantidade de 80 % a 90 % em peso.

8. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém níquel em uma quantidade de menos de 99 % em peso.

5 9. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém níquel em uma quantidade de menos de 95 % em peso.

10 10. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 85 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio e rênio.

15 11. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 50 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio e rênio.

12. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 90 % em peso de uma combinação de pelo menos dois elementos selecionados do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio e rênio.

20 13. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 40 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.

25 14. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 20 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.

15. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 5 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.

5 16. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém mais que 0,5 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.

10 17. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém mais que 5 % do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.

15 18. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém 0,5 % em peso a 50 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.

20 19. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém 5 % a 30 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.

25 20. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém 7 % a 25 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.

21. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 20, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém 10 % a 18 % em peso do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio.

22. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material base contém menos que 40 % em peso de um ou mais elementos selecionados do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, rutênio e rênio.

5 23. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 22, caracterizada pelo fato de que o dito material base contém menos que 5 % em peso de ródio.

10 24. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém cromo em uma quantidade de 0,5 % a 20 % em peso.

25. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 24, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém cromo em uma quantidade de 5 % a 18 % em peso.

15 26. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 24, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 10 % em peso de um ou mais elementos selecionados do grupo que consiste em cobre, vanádio, zircônio e tungstênio.

20 27. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 26, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 7 % em peso de cobre.

25 28. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material base contém 50 % a 100 % em peso de irídio, e o dito material protetor contém 75 % a 99 % em peso de níquel, 5 % a 25 % em peso de cromo, com o equilíbrio do material protetor sendo selecionado de um ou mais elementos do grupo que consiste em cobre, vanádio, zircônio, tungstênio, platina, paládio, ródio, rutênio e rênio.

29. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pelo fato de que o dito material base contém 90 % a 100 % em peso de irídio, e o dito material protetor contém 80 % a 90 % em peso de

níquel, 10 % a 20 % em peso de cromo, com o equilíbrio do material protetor sendo selecionado de um ou mais elementos selecionados do grupo que consiste em cobre, vanádio, zircônio, tungstênio, platina, paládio, ródio, rutênio e rênio.

5 30. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 10 % em peso de cobre.

10 31. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito material base contém 50 % a 100 % em peso de irídio, e o dito material protetor contém 0,001 % a 90 % em peso de níquel, menos que 10 % em peso de cromo e menos que 10 % em peso de cobre.

15 32. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio é platina.

 33. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 32, caracterizada pelo fato de que a dita platina forma pelo menos 90 % do dito material protetor.

20 34. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 33, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor difunde-se no dito material base para formar uma liga próxima a uma superfície externa da dita parte de centelhamento, a dita liga incluindo o dito material base, platina e níquel.

25 35. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 34, caracterizada pelo fato de que o dito material base é irídio e a dita liga inclui irídio, platina e níquel.

 36. Vela de ignição, caracterizada pelo fato de que tem um eletrodo central e um eletrodo terra, e em que o dito pelo menos um do dito

eletrodo central e do dito eletrodo terra compreende uma parte de centelhamento incluindo um material base e um material protetor compreendendo pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio.

37. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém mais que 50 % em peso de platina.

38. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 37, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém mais que 80 % em peso de platina.

39. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém 1 % a 40 % em peso de cromo.

40. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 39, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém 1 % a 40 % em peso de cobre.

41. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém 1 % a 40 % em peso de cromo e cobre, ou combinação destes.

42. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 41, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém 1 % a 80 % em peso de platina.

43. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém 0,5 % a 20 % em peso de cobre e 0,5 % a 20 % em peso de cromo.

44. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor contém menos que 40 % em peso de pelo menos um elemento selecionado do grupo de cobre e

cromo, e inclui menos que 95 % em peso de níquel.

5 45. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor inclui níquel além do dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio.

 46. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor é aplicado no dito material base por deposição eletrolítica ou não eletrolítica.

10 47. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor é aplicado no dito material base por eletrodeposição.

15 48. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor é aplicado no dito material base por pulverização catódica.

 49. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor é aplicado no dito material base por aspersão com chama.

20 50. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o material protetor é aplicado no dito material base por revestimento.

 51. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor e o dito material base são co-extrudados.

25 52. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que a dita parte de centelhamento é tratada termicamente para difundir parcialmente o dito material protetor no dito material base.

 53. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36,

caracterizada pelo fato de que a dita parte de centelhamento é tratada quimicamente para difundir parcialmente o dito material protetor no dito material base.

5 54. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio é cromo.

10 55. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio é paládio.

15 56. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito pelo menos um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, ósmio, ouro, ferro e alumínio é platina.

20 57. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor é inicialmente formado de pelo menos duas camadas distintas, a primeira camada sendo selecionada do grupo que consiste em níquel, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio, e a segunda camada sendo formada de um elemento que não forma a dita primeira camada.

25 58. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor é pelo menos parcialmente difundido no dito material base para formar uma camada de liga do dito material base e do dito material protetor próxima à superfície externa da parte de centelhamento, e em que o dito material base e o dito material protetor são parcialmente difundidos um no outro durante a fabricação da vela de ignição.

59. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor é platina e em que a dita platina é pelo menos parcialmente difundida no dito material base para formar uma liga de platina e irídio.

5 60. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 59, caracterizada pelo fato de que incluiu adicionalmente níquel, e em que a dita liga inclui adicionalmente níquel.

10 61. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 36, caracterizada pelo fato de que o dito material base é predominantemente irídio, e o dito material protetor inclui um elemento selecionado do grupo que consiste em platina, cromo e níquel, o dito material protetor formando uma liga com o dito material base de irídio próximo à superfície da parte de centelhamento.

15 62. Vela de ignição, caracterizada pelo fato de que tem um eletrodo central e um eletrodo terra, e em que pelo menos um do dito eletrodo central e do dito eletrodo terra compreende uma parte de centelhamento incluindo um material base e um material protetor compreendendo pelo menos duas camadas, a primeira camada sendo selecionada do grupo que consiste em níquel, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, platina, 20 paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, ouro, ósmio, ferro e alumínio, e a segunda camada sendo formada de um elemento que não forma a dita primeira camada.

25 63. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 62, caracterizada pelo fato de que as ditas duas camadas e o dito eletrodo terra são difundidos um no outro durante a fabricação da vela de ignição para formar uma área de liga próxima a uma superfície externa da parte de centelhamento, e em que a dita liga incluiu o dito material base e os ditos dois elementos selecionados do grupo que consiste em níquel, cobre, cromo, vanádio, zircônio, tungstênio, platina, paládio, ródio, irídio, rutênio, rênio, ouro, ósmio,

ferro e alumínio.

5 64. Vela de ignição, caracterizada pelo fato de que tem um eletrodo central e um eletrodo terra, e em que pelo menos um do dito eletrodo central e do dito eletrodo terra compreende uma parte de centelhamento incluindo um material base e um material protetor, e em que o dito material base e o dito material protetor são difundidos um no outro para formar uma camada de liga substancialmente próxima à superfície externa da parte de centelhamento, e em que a dita camada de liga move-se do material basicamente protetor próximo à superfície externa para o material
10 principalmente base em aproximadamente 0,3 mm.

65. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 64, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor é aplicado como uma camada que tem uma espessura de menos de 0,25 mm.

15 66. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 66, caracterizada pelo fato de que o dito material protetor difunde-se no material base por meio de aquecimento.

20 67. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 64, caracterizada pelo fato de que o dito material base inclui uma superfície circunferencial base externa e em que, quando a dita parte de centelhamento é aquecida acima de 530 °C, o limite entre o dito material base e o dito material protetor torna-se uma liga difundida.

25 68. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 64, caracterizada pelo fato de que o dito material base inclui uma superfície circunferencial base externa, e em que a dita parte de centelhamento é aquecida entre aproximadamente 760 °C e 820 °C para difundir o limite entre o dito material base e o dito material protetor para formar uma liga difundida do material base e do material protetor.

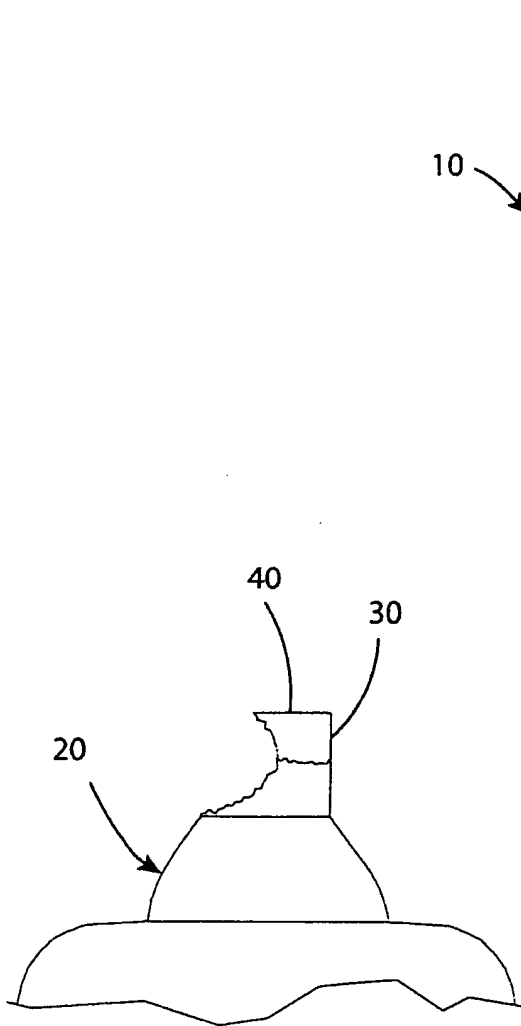


Fig. 1

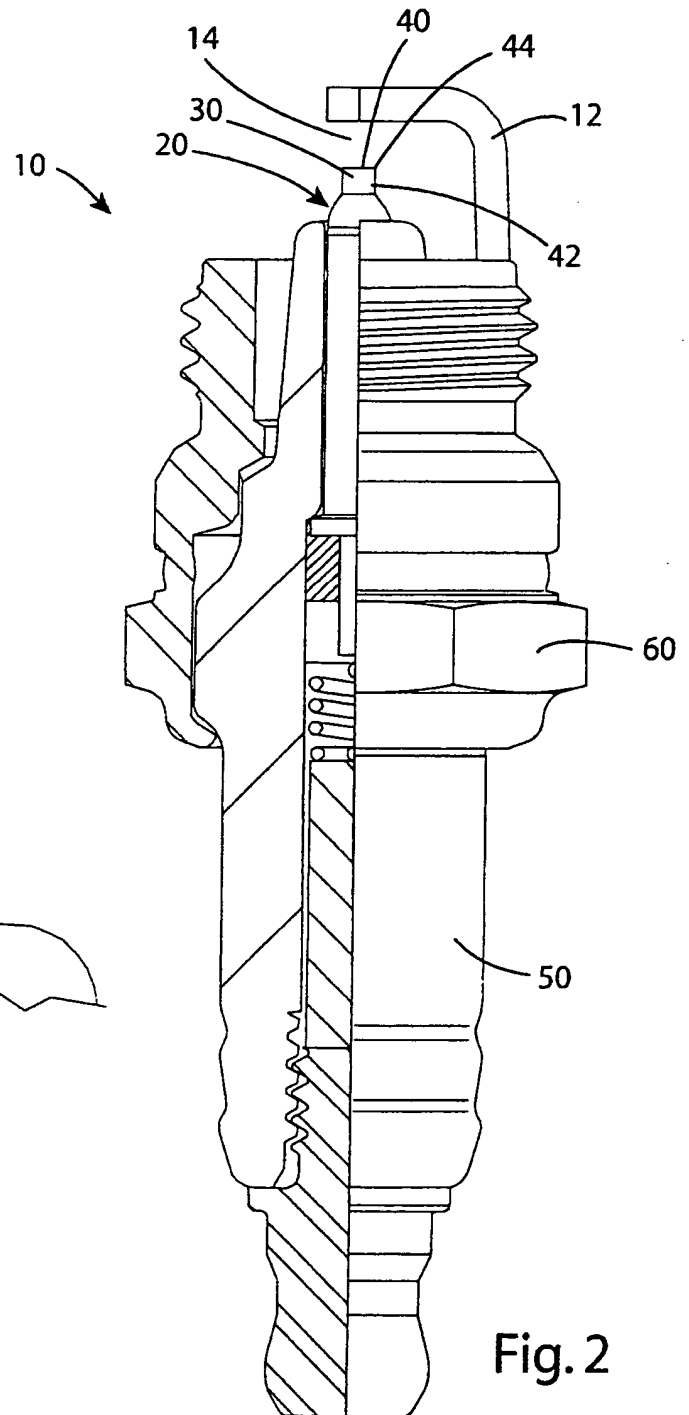


Fig. 2

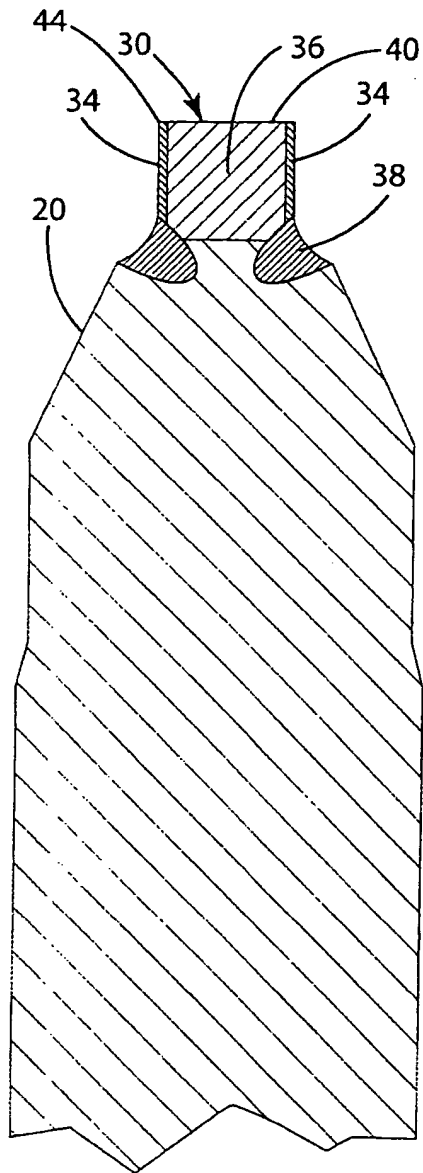


Fig. 3

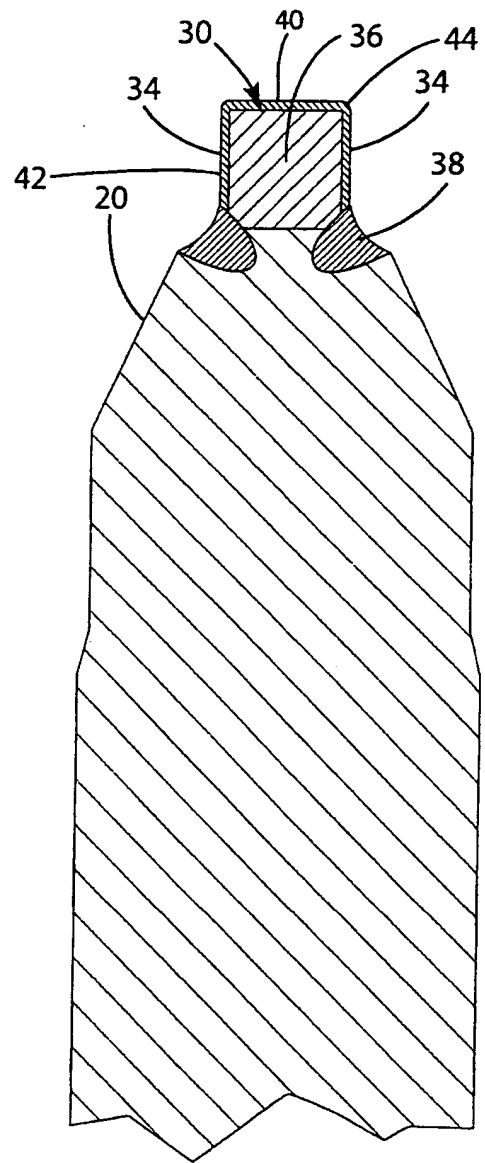


Fig. 4

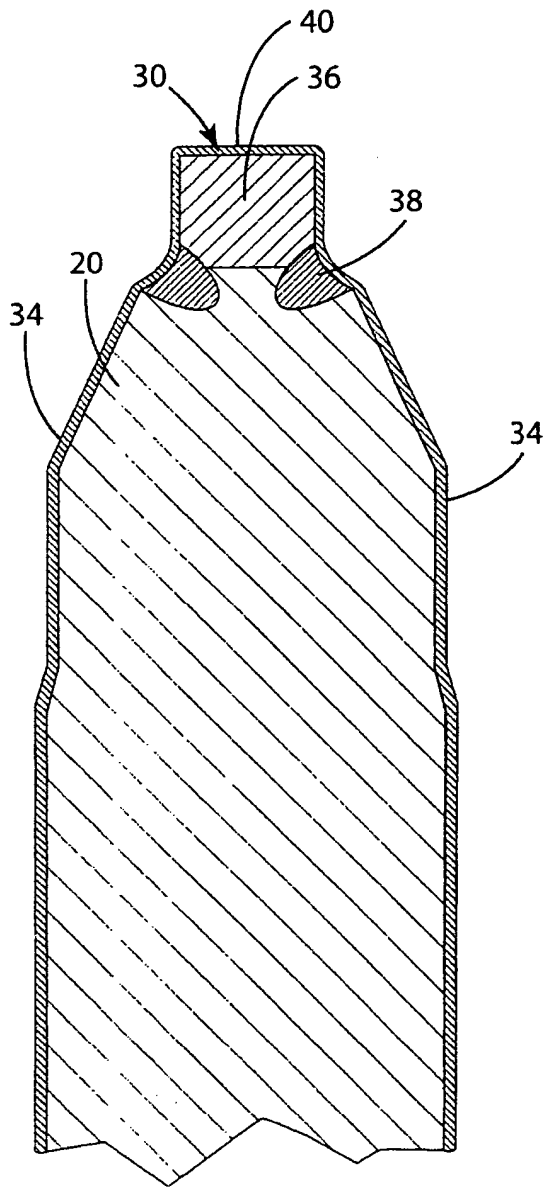


Fig. 5

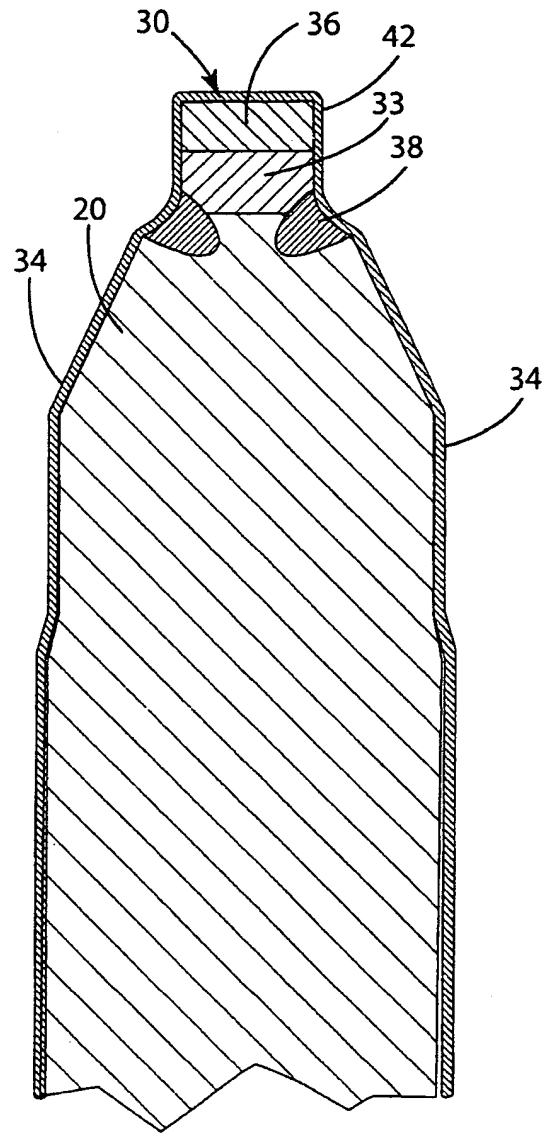


Fig. 6

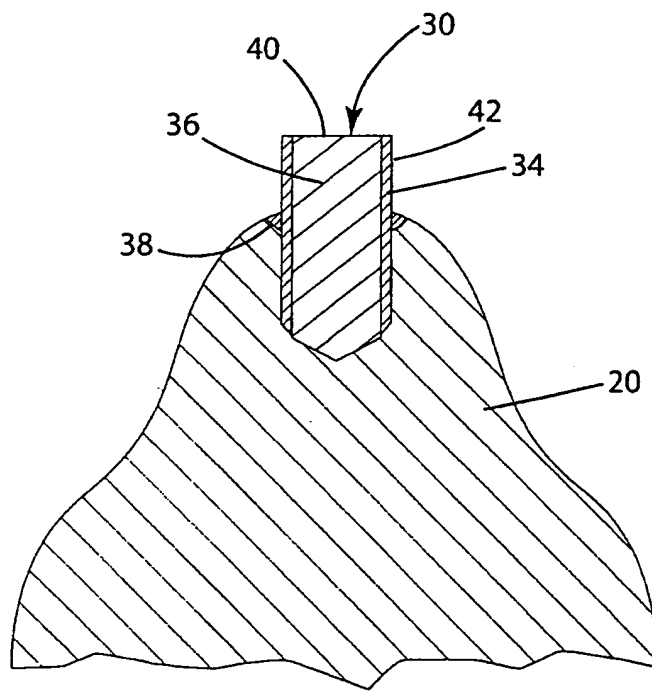


Fig. 7

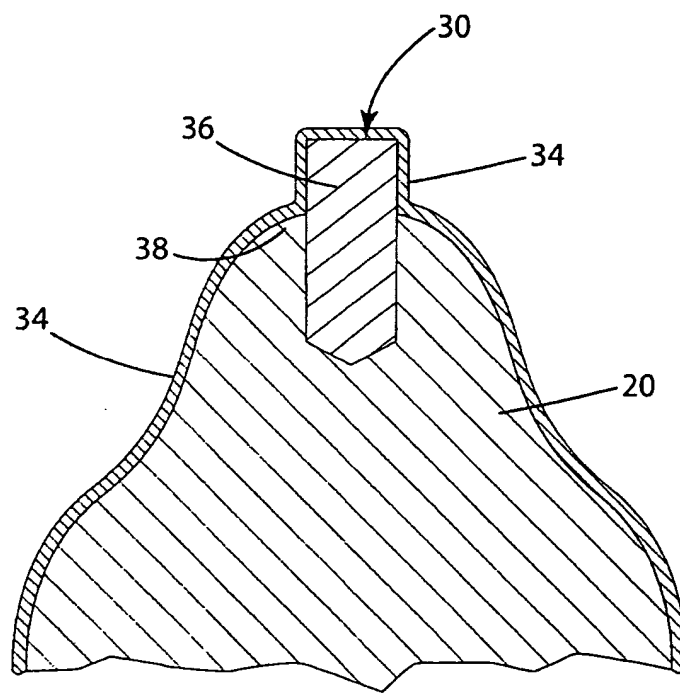


Fig. 8

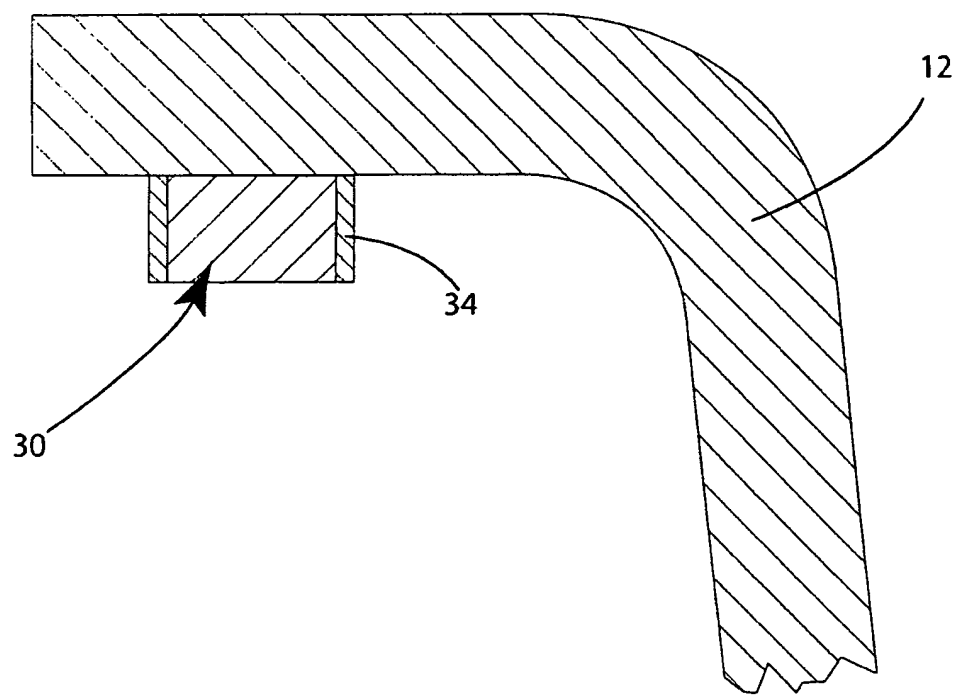


Fig. 9

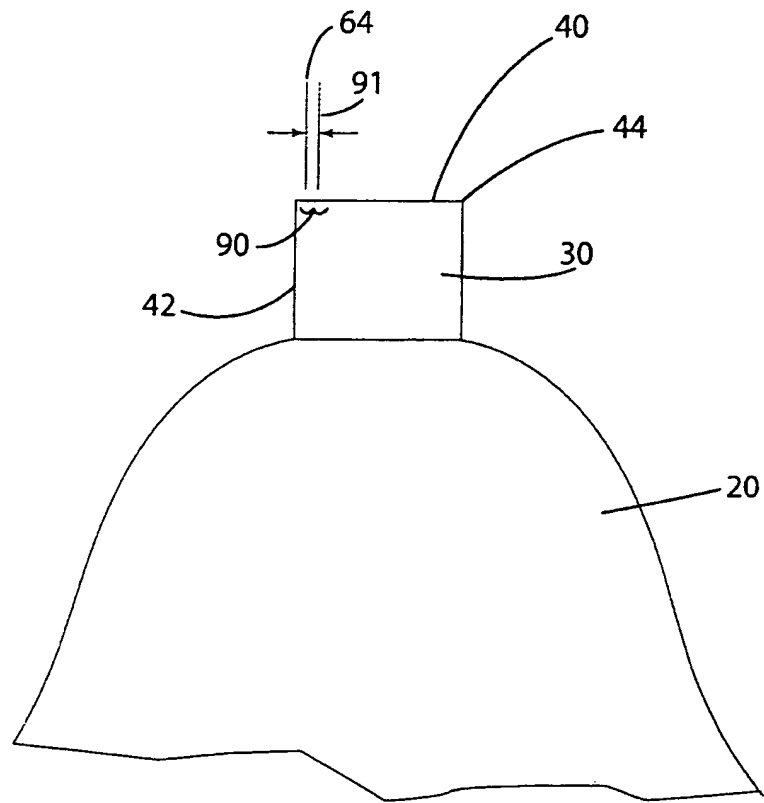


Fig. 10

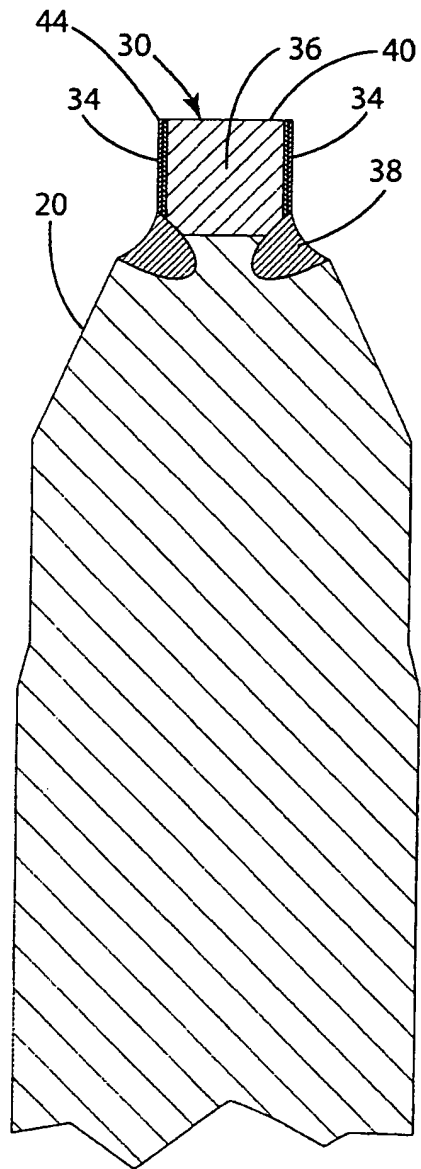


Fig. 11

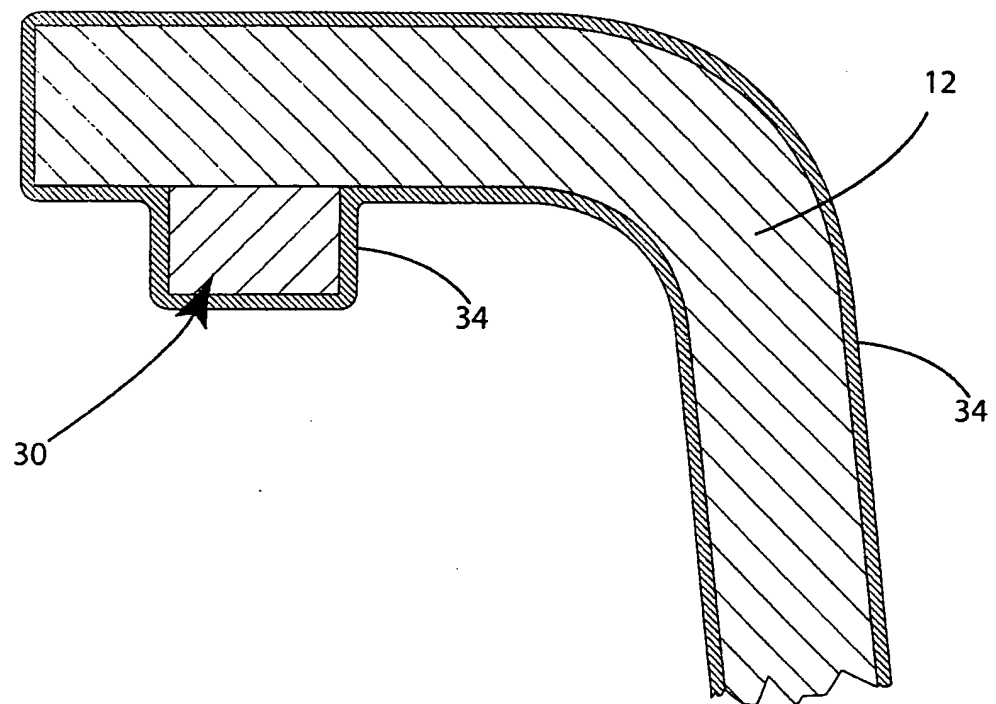


Fig. 12

RESUMO

“VELA DE IGNIÇÃO”

É descrita uma vela de ignição que tem um eletrodo central e um eletrodo terra, em que a parte de centelhamento de pelo menos um do
5 eletrodo central e do eletrodo terra inclui um material base e um material protetor que impede substancialmente corrosão do material base.