



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

(11) PI 0102976-2 B1

(22) Data do Depósito: 31/05/2001

(45) Data de Concessão: 19/04/2016
(RPI 2363)



* B R P I 0 1 0 2 9 7 6 B 1 *

(54) Título: VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1 MOL% OU MENOS CHUMBO EM SEU VERNIZ

(51) Int.Cl.: H01T 13/00

(30) Prioridade Unionista: 31/05/2001 JP 2000-163846

(73) Titular(es): NGK SPARK PLUG CO. LTD.

(72) Inventor(es): KENICHI NISHIKAWA

"VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ"

A presente invenção refere-se à vela de ignição.

As velas de ignição utilizadas para ignição de motores de combustão interna como motor de automóvel, etc., ordinariamente
5 apresentam isolador constituído de cerâmica à base de alumina, geralmente, instalado na parte interna do castelo metálico, onde é fixado o eletrodo de massa, e na parte interna do referido isolador está instalado o eletrodo central. O isolador fica projetado no sentido axial, a partir da abertura do lado posterior do castelo metálico,
10 co, sendo que, a parte interna da referida região projetada é dotada de terminal metálico, que por intermédio da camada de selagem de vidro eletrocondutor formada, executada pelo processo de selagem vítrea com o resistor, etc., é conectado ao eletrodo central, e pela aplicação de alta tensão, através do referido terminal metálico,
15 co, passa a ocorrer a descarga de centelhamento, na folga gerada no espaço entre o eletrodo de massa e o eletrodo central.

No entanto, quando incorrem situações como de elevação da temperatura da vela, aliada à elevação da umidade do meio, pode incidir o fenómeno de descarga disruptiva (flash over), ou
20 seja, mesmo com a aplicação de alta tensão não importa centelhamento na folga, e a descarga se dá no intervalo entre o terminal metálico e o castelo metálico, de forma a circundar a superfície da parte projetada do isolador. Por esse motivo, a maioria das velas de ignição popularmente utilizadas, possui a superfície do isolador
25 dotada de camada vitrificada, basicamente para evitar esse fenómeno de descarga disruptiva (flash over). Por outro lado, a camada vitrificada adquire também a função de manter a superfície do isolador lisa, livre de incrustação alheia, assim elevar as resistências química e mecânica.

No caso do isolador à base de alumina para vela de ignição, convencionalmente era utilizado o vitrificante à base de vidro de chumbo-silicato, com ponto de amolecimento mais baixo, que se conseguia com adição de quantidade relativamente alta de PbO ao vidro de silicato, no entanto, nos últimos anos, os interesses relativos à proteção ambiental têm crescido a nível mundial, os vitrificantes que contém Pb estão sendo cada vez mais dirimidos. Por
35 exemplo, em relação ao segmento de veículos automotivos de 4 rodas, onde há substancial consumo de velas de ignição, reputando-

se os transtornos que as velas de ignição descartadas podem importar ao meio ambiente, há até estudos no sentido de, futuramente abolir totalmente o uso da vela de ignição que suscita o vitrificante contendo Pb.

5 No entanto, esses vitrificantes sem chumbo, como vidro de borosilicato ou vidro de borosilicato de alcalis, que estão em estudo como substitutos do vitrificante com chumbo, apresentam problemas como alto ponto de transição do vidro, ou insuficiência de resistência à isolação elétrica. Para solucionar tais problemas, a
10 publicação TOKU-KAI-HEI 11-43351 apresenta vitrificante sem chumbo, com uma composição que aderiu a estabilização do vidro sem elevar a viscosidade, através de ajuste da quantidade de Zn na composição, ou ainda, a publicação TOKU-KAI-HEI 11-106234 demonstra vitrificante sem chumbo, com uma composição tal que,
15 através do mérito de adição conjunta de alcalis, foi possível melhorar a resistência ao isolamento elétrico.

 No caso do vitrificante para vela de ignição, considerando-se que caráter do uso da vela será junto ao motor, a sua temperatura tende a elevar-se mais celeremente do que as porcelanas isolantes normais, e ainda, os últimos tempos, acompanhando o aumento de potência dos motores, a tensão aplicada à vela de ignição vem tornando-se maior, em relação ao vitrificante também, vem sendo exigido uma capacidade isolante capaz de resistir às condições mais severas. Contudo, o problema é que, com a composição
20 do vitrificante imposta na publicação TOKUKAI-HEI 11-106234, nem sempre será possível satisfazer a capacidade isolante, e precipuamente, a capacidade isolante avaliada na situação em que o isolador com camada vitrificante encontra-se disposto na vela de ignição (por exemplo, resistência à descarga disruptiva, etc.).

30 E ainda, a publicação TOKUKAI-HEI 11-106234 alega sobre a melhoria da resistência ao isolamento elétrico do vitrificante, que encerra Si ou B como componentes estruturais do vidro, devido ao efeito de adição conjunta de componentes alcalinos, porém, não se pode dizer que inexiste uma preocupação maior no tocante à
35 eliminação do efeito da diferença de coeficiente de dilatação térmica da cerâmica à base de alumina do isolador e do vidro, e a mesma indagação poder incidir sobre a melhoria da resistência ao isolamento quanto ao nível da satisfação.

A presente invenção tem como primeiro tema, oferecer uma vela de ignição provida da camada do vitrificante que compreende pouca quantidade de Pb, e que além disso, pode ser vitrificada a uma temperatura relativamente baixa, abarca excelente propriedade isolante, e com facilidade de disseminação de uma superfície vitrificada lisa. E ainda, tem por segundo tema, estreitar a diferença de coeficiente de dilatação térmica entre cerâmica à base de alumina que constitui o isolador, e com isso dificultar a incidência da presença de falhas como rachaduras e fissuras na camada vitrificada, além de suprir ainda mais a resistência ao isolamento.

Em relação à estrutura da vela de ignição da presente invenção, trata-se da vela de ignição dotada de isolador constituído de cerâmica de alumina, disposto entre o eletrodo central e o castelo metálico, onde, a camada do vitrificante constituída basicamente de óxidos, recobre pelo menos uma parte da superfície do dito isolador.

E, em relação à constituição nº 1, caracteriza-se pelo fato de a dita camada do vitrificante abarcar 1 mol % no máximo de Pb em PbO, 25 a 45 mol % de Si em SiO₂, e 20 a 40 mol % de B em B₂O₃, 5 a 25 mol % de Zn em ZnO, e 0,5 a 15 mol % no total de Ba e/ou Sr respectivamente em BaO e SrO, e, conter como metais alcalinos, no mínimo 1 ou 2 elementos dentre Na, K, e Li, sendo K indispensável, respectivamente em Na₂O, K₂O e Li₂O, no total de 5 a 10 mol %, e caracteriza-se também, pelo fato de compreender no total 0,5 a 5 mol % de no mínimo 1 ou 2 elementos, dentre Mo, W, Ni, Co, Fe e Mn, respectivamente em óxidos MoO₃, WO₃, Ni₃O₄, Co₃O₄, Fe₂O₃ e MnO₂.

Segue abaixo, a explanação sobre o efeito da constituição nº 1 da vela de ignição da presente invenção em pauta.
(Ação e Efeito A)

Como condição para elucidar o problema ambiental mencionado, o vitrificante utilizado deve encerrar no máximo 1,0 mol % de Pb em PbO (doravante, o vitrificante cuja quantidade de Pb foi reduzida a esse nível, será denominado vitrificante sem chumbo). Outrossim, se o Pb estiver presente no vitrificante sob forma de íon de baixa valência (por exemplo Pb²⁺), a descarga do efeito corona, etc., oriunda da superfície da camada vitrificante, pode fazer

com que ele seja oxidado em íon de valência maior (por exemplo Pb^{3+}), e isto pode diminuir a capacidade isolante da camada do vitrificante, e prejudicar a resistência à descarga disruptiva, portanto, a subtração da quantidade de Pb presente é benéfica, também neste aspecto. Sendo que, de preferência a quantidade de Pb presente deve ser de no máximo 0,1 mol %, e sendo melhor ainda, se a sua presença for nula (exclui-se o resíduo inerente à matéria-prima do vitrificante, etc.).

(Efeito B)

Em relação à presente invenção, para se obter temperatura ideal de vitrificação, e assegurar um acabamento a contento da superfície vitrificada, através de redução da quantidade de Pb presente conforme acima, foi selecionada a composição especial acima. Nos vitrificantes antigos, o Pb era um importante componente no ajuste do ponto de amolecimento do vitrificante (pormenorizando, diminui adequadamente o ponto de amolecimento do vitrificante, e garante a fluidez durante a vitrificação), porém, no caso do vitrificante sem chumbo, o B (B_2O_3) e metais alcalinos influem bastante no ajuste do ponto de amolecimento. Os presentes inventores descobriram que, dependendo da quantidade de Si presente, no componente B existe uma faixa especial de quantidade adequada, que é vantajosa para se melhorar o acabamento da superfície vitrificada. e que, considerando-se que a referida faixa de quantidade está sendo mantida, ao adicionar no mínimo 1 ou 2 elementos dentre Mo, W, Ni, Co, Fe, e Mn, atende a faixa de quantidade citada, garantindo-lhe a fluidez durante a vitrificação, e ainda, obtém-se uma camada vitrificada com excelente propriedade isolante, com uma temperatura de vitrificação relativamente baixa, e adquirir ainda, uma camada do vitrificante com superfície vitrificada lisa, e desta forma conseguiram concluir a presente invenção. Ou seja, o tema nº 1 da presente invenção será solucionado.

(Efeito C)

Outrossim, em relação ao vitrificante convencional, a presença do componente Pb era importante para assegurar a fluidez durante a vitrificação do material, porém, nele sem chumbo da presente invenção, ao fazer com que compreenda metais alcalinos para garantir a fluidez durante a vitrificação, especificando a quantidade do componente Si conforme a faixa citada, imprimindo-

lhe também, elevada resistência ao isolamento. Ou seja, os metais alcalinos contidos no vitrificante abarcam a função de fazer com que o ponto de amolecimento do vitrificante decline, para estabelecer a boa fluidez durante a vitrificação. Em fazendo a adequação da quantidade de metais alcalinos presentes, após a vitrificação obtém-se uma camada vitrificada, que dificilmente decorrerá problemas visuais como presença de bolhas e enrugamento.

Se a quantidade de metais alcalinos misturados ficar inferior à faixa especificada, pode decair a fluidez durante a vitrificação. No entanto, acredita-se que, através de seleção da faixa de quantidade total de metais alcalinos contidos conforme acima, consegue-se obter uma camada do vitrificante com espessura uniforme, e após a vitrificação, dificilmente apresenta problemas como presença de enrugamento, ou bolhas provocada na mistura pelas micro bolhas de ar na etapa de barbotina, que lhe compromete o visual.

(Efeito D)

Outrossim, a constituição nº 1 da presente invenção caracteriza-se também, pelo fato de conter K como elemento indispensável para compor os metais alcalinos. Além de garantir-lhe a fluidez durante a vitrificação, e deixar a camada vitrificada obtida com mais lisura, promove também, melhoraria da isolação elétrica. Presume-se que isso ocorre porque a mesma quantidade molar e mesmo número de íons de outros metais alcalinos como Na e Li, em comparação estes, o peso atômico do componente K é maior, o que faz com que a sua porcentagem em peso seja maior. Para que esse efeito seja ainda melhor, recomenda-se que, dentre os metais alcalinos contidos na camada vitrificada, o componente presente em maior quantidade seja o K.

Outrossim, em relação à constituição nº 2 da vela de ignição da presente invenção, caracteriza-se pelo fato de a camada do vitrificante conter 1 mol % no máximo de Pb em PbO, 25 a 45 mol % de Si em SiO₂, e 20 a 40 mol % de B em B₂O₃, 5 a 25 mol % de Zn em ZnO, e 0,5 a 15 mol % no total de Ba e/ou Sr respectivamente em BaO e SrO, e, como metais alcalinos, no mínimo 1 ou 2 elementos dentre Na, K, e Li, respectivamente em Na₂O, K₂O e Li₂O, no total de 5 a 10 mol %, e caracteriza-se ainda, pelo fato de a camada do vitrificante acima mencionada conter no total, 0,5 a 5 mol %

de no mínimo 1 ou 2 elementos, dentre Ti, Zr e Hf, respectivamente em óxidos, TiO_2 , ZrO_2 e HfO_2 , e também, pelo fato de conter no total 0,5 a 5 mol % de no mínimo 1 ou 2 elementos, dentre Mo, W, Ni, Co, Fe e Mn, respectivamente em óxidos, MoO_3 , WO_3 , Ni_3O_4 , Co_3O_4 , Fe_2O_3 e MnO_2 .

Em relação à constituição nº 2 acima, quanto à sua camada do vitrificante, excetuando-se o fato de não se exigir a presença obrigatória de K para constituir os metais alcalinos, e a presença de no mínimo 1 ou 2 tipos de elementos dentre Ti, Zr, e Hf, obedecendo a faixa de quantidade citada, as demais composições do vitrificante são iguais às da constituição nº 1 citada. Sendo assim, é possível obter os mesmos efeitos A a C da constituição nº 1. Por outro lado, ao fazer com que compreenda no mínimo 1 ou 2 tipos de elementos dentre Ti, Zr e Hf, surge novo efeito conforme a seguir.

(Efeito E)

Outrossim, a mistura de Ti, Zr ou Hf melhora a aplicabilidade à água. Em comparação com o componente Ti, o efeito de se melhorar a aplicabilidade à água da camada do vitrificante é mais evidente quando se trata de Zr ou Hf. Sendo que, "aplicabilidade à água satisfatória" consiste em, por exemplo, ao misturar a matéria-prima do vitrificante em forma de pó, com solvente como água, etc., e manter em repouso por longo tempo sob forma de barbotina, há ocorrência de problema como de elevação da viscosidade da mesma, provocada pela eluição dos componentes. Sendo assim, ao aplicar barbotina do vitrificante no isolador, facilita o controle de espessura especificada, e a sua variação da espessura também será menor. E com isso, na vitrificação consegue-se obter de forma efetiva, uma camada vitrificada com espessura dentro da especificação e pouca variação.

Outrossim, em relação à camada do vitrificante, é possível selecionar uma composição que condiz à combinação entre as constituições nº 1 e nº 2 citadas. Desta forma, dispõe-se obtenção dos simultaneamente 5 efeitos A a E citados.

Prosseguindo, a constituição nº 3 da vela de ignição da presente invenção caracteriza-se pelo fato de, a camada do vitrificante conter 1 mol % no máximo de Pb em PbO e, ainda pelo fato de, conter o componente Si e/ou componente B como componentes estruturais do vidro, e de conter 3 componentes, ou seja, Li, Na e

K como metais alcalinos, cuja composição atende a relação $n\text{Na}_2\text{O} < n\text{Li}_2\text{O} < n\text{K}_2\text{O}$, considerando-se $n\text{Li}_2\text{O}$, a quantidade molar total quando se converte em Li_2O , $n\text{Na}_2\text{O}$ a quantidade molar do componente Na em Na_2O , e $n\text{K}_2\text{O}$ a quantidade molar do componente K em K_2O .

Em relação à camada do vitrificante da vela de ignição com esta constituição, salvo a quantidade de componente Pb seja de no máximo 1 mol % em PbO , é a mesma das constituições nº 1 e nº 2. De forma que, é suscetível de se obter o dito efeito A. Outros-

sim, ao fazer com que contenha os componentes Si e/ou B como componentes estruturais do vidro, além de ajustar a quantidade dos 3 elementos constituídos de metais alcalinos Li, Na e K, de forma a satisfazer a relação acima obtêm-se novos efeitos conforme a seguir.

(Efeito F)

Os metais alcalinos apresentam elevada condutividade iônica por natureza, e dentro da camada do vitrificante de vidro, agem no sentido de decair a propriedade isolante. Por outro lado, tanto Si como B são elementos que formam a estrutura do vidro, sendo que, pela determinação exata da sua quantidade, o tamanho do retículo estrutural irá contribuir no sentido de bloquear a condutividade iônica dos metais alcalinos, e com isso, será possível assegurar um potencial isolante satisfatório. Sem embargo deste fato, como tanto Si quanto B são elementos que adquirem facilmente forma estrutural, tendem a afetar a fluidez durante a vitrificação, mas ao fazer com que contenha metais alcalinos na proporção, a queda do ponto de fusão devido à reação eutética, e o bloqueio contra formação de ânions complexos através da ação recíproca entre o íon Si e o íon O, promove a fluidez durante a vitrificação.

Sendo que, conforme mencionado, como o componente K dota massa atômica maior do que Na e Li, quando se determina simultaneamente a quantidade total de metais alcalinos contidos, em termos de porcentagem molar, o efeito benéfico da fluidez do componente K não tangerá o nível de efeito do Na ou Li, não obstante, como em comparação com Na ou Li (principalmente em relação a Li), a sua movimentação iônica dentro da camada vitrificada de vidro é relativamente pequena, suscita deficiência na proprie-

dade isolante da camada vitrificada, mesmo com o aumento da sua quantidade. E, ao contrário, como Li ocupa massa atômica pequena, o seu efeito benéfico sobre a fluidez é maior em relação ao componente K, mas, como a sua movimentação iônica é alta, a adição excessiva tende a manifestar decaimento da propriedade isolante da camada do vitrificante. No entanto, ao contrário de componente K, o componente Li importa a característica de subtração do coeficiente de dilatação térmica da camada do vitrificante.

Desta forma, dentre os metais alcalinos, obtendo-se a quantidade do componente K seja maior de todos, incute à possibilidade de ter melhor controle sobre possível decaimento da propriedade isolante da camada do vitrificante, e em sucessão vem a do componente Li, que desempenha a boa fluidez durante a vitrificação, e também, devido à adição de K, o controle do crescimento do coeficiente de dilatação térmica da camada do vitrificante se mantém estável e o coeficiente de dilatação térmica fica compatível com o da base de alumina. E, quanto ao comportamento decadencial da propriedade isolante em virtude da adição de componente Li, poderá ter remédio eficaz através da adição conjunta de 3 componentes alcalinos (a ser mencionado posteriormente), misturando-se o componente Na em quantidade menor do que K ou Li. E assim, obtém-se vitrificante com composição ideal, que encerra elevada propriedade isolante além de excelente fluidez durante a vitrificação, e que apresenta ainda, insignificante disparidade de coeficiente de dilatação térmica em relação à alumina, que é a cerâmica que constitui o isolador. Ou seja, resolve-se o tema nº 2 da presente invenção.

Outrossim, em relação à camada do vitrificante que utiliza a constituição nº 3 citada, a sua composição pode corresponder à combinação de composições do vitrificante das constituições nº 1 e/ou nº 2 acima.

Segue abaixo, a explanação sobre o limite de abrangência da quantidade dos componentes que constituem a camada do vitrificante, em relação à constituição da vela de ignição. Se a quantidade total convertida em óxido, de no mínimo 1 ou 2 componentes dentre Mo, W, Ni, Co, Fe e Mn (doravante denominados de metais de transição que promovem a fluidez) contidos no vitrificante for inferior a 0,5 mol %, pode manifestar casos em que, não se tem o

efeito benéfico sobre a fluidez durante a vitrificação no tocante à obtenção de camada do vitrificante lisa. Por outro lado, se exceder os 5 mol %, ocorre elevação significativa do ponto de amolecimento do vitrificante, que pode dificultar ou inviabilizar a vitrificação.

5 E ainda, em relação ao problema que pode manifestar com a presença de quantidade relevante de metais de transição que melhoram a fluidez, podemos citar o caso em que a camada vitrificante incorra uma coloração indesejada. Por exemplo, para identificação do fabricante, etc., via de regra, faz-se imprimir ou gravar
10 informações visuais como letras, figuras ou códigos utilizando cores, porém, se a coloração da camada do vitrificante for muito intensa, pode empecer a leitura de informações visuais imprimidas. Ou ainda, em relação ao problema do ponto de vista prático, para o consumidor, a alteração na cor causada pela mudança da composição do vitrificante, reflete em “alteração fútil da cor do produto a
15 qual já estava acostumado”, e a sua aceitação em relação à essa ocorrência, pode ser que o produto nem sempre seja bem vindo sem objeções.

Outrossim, o isolador que é a base da camada do vitrificante, na presente invenção é constituído de cerâmica de alumina de cor branca, mas, para obstar e prevenir o tingimento, recomenda-se que ajuste a composição de forma que, a coloração externa da camada do vitrificante, quando observada sobre a superfície do isolador tenha 0 a 6 de chroma (Cs), e 7,5 a 10 de valor (Vs), por
25 exemplo, ajustando-se a quantidade de metais de transição. Se o chroma ultrapassar 6, facilita a distinção das matizes a olho nu, e se o valor ficar inferior a 7,5, torna-se mais fácil distinguir as tonalidades cinza e enegrecida. Visualmente, ambas as situações acabam gerando problema onde não se consegue desfazer a imagem de que “está nitidamente colorido”. Outrossim, de preferência, o chroma (Cs) deve ser de 0 a 2, sendo melhor ainda se for de 0 a 1, enquanto que, o valor (Vs) deve ser de 8 a 10, ou melhor ainda, de
30 9 a 10. Em relação ao método de medição do valor (Vs) e do chroma (Cs), do presente relatório descritivo, deve ser conforme o método especificado no “4.3 método de medição de corpos refletivos”, do “4. método de espectrocolorimetria”, do “método de medição de cores” da norma JIS-Z8722. No entanto, é possível também identificar o valor e o chroma, utilizando um método prático, que consiste em

realizar comparação visual com padrão de cor, elaborado de acordo com a norma JIS-Z8721.

O que evidencia em especial o efeito benéfico sobre fluidez no processo de vitrificação, é Mo, Fe, seguido de W, sendo possível
 5 por exemplo, o metal de transição indispensável seja somente o Mo, Fe ou W. E ainda, para aumentar ainda mais o dito efeito, sugere-se que no mínimo 50 mol % de metais de transição seja Mo.

Em seguida, recomenda-se que a quantidade total de metais alcalinos contidos na camada do vitrificante, seja de 5 a 10
 10 mol %. Se não atingir os 5 mol % o ponto de amolecimento do vitrificante irá subir, e pode obstaculizar a vitrificação. Por outro lado, se extrapolar os 10 mol %, a propriedade isolante do vitrificante irá decair, e pode prejudicar a propriedade de resistência à descarga disruptiva. De preferência, a quantidade de metais alcalinos deverá ser de 5 a 8 mol %. Outrossim, em relação a metais
 15 alcalinos, em vez de adicionar isoladamente 1 tipo de metal alcalino, a adição conjunta de no mínimo 2 tipos de componentes escolhidos dentre Na, K, Li, importa ainda mais eficácia para se prevenir decaimento da propriedade isolante da camada do vitrificante. Desta forma, viabiliza-se o aditamento de metais alcalinos
 20 inalterando a propriedade isolante, e assim, alcançando-se simultaneamente dois objetivos, ou seja, assegurar a fluidez durante a vitrificação e, a resistência à descarga disruptiva (referido efeito de adição conjunta de alcalis).

Outrossim, dentre os metais alcalinos Na, K, Li, propõe-se definir a proporção da quantidade molar convertido em óxido do componente K, de forma que atenda a relação $0,4 \leq K / (Na + K + Li) \leq 0,8$. O efeito benéfico sobre a propriedade isolante fique ainda maior. Porém, se o valor de $K / (Na + K + Li)$ for inferior a 0,4,
 30 o seu efeito pode tornar-se adverso.

Por outro lado, o valor de $K / (Na + K + Li)$ deverá ser de no máximo 0,8 para garantir a fluidez durante a vitrificação. Manter o valor de $K / (Na + K + Li)$ no máximo 0,8, significa que, além do K, haverá adição conjunta no mínimo 0,2 (0,6 no máximo) de
 35 metais alcalinos restantes. De preferência, deve-se controlar o valor de $K / (Na + K + Li)$ para a faixa de 0,5 a 0,7.

Outrossim, dentre os metais alcalinos, como o elemento Li proporciona efeito de adição conjunta de alcalis para elevar a pro-

priedade isolante, além de ajustar o coeficiente de dilatação térmica da camada do vitrificante, e ainda, assegurar a fluidez durante a vitrificação, e também, para melhorar a resistência mecânica, de preferência sugere-se a sua presença. De preferência, o componente Li deve satisfazer a relação $0,2 \leq \text{Li} / (\text{Na} + \text{K} + \text{Li}) \leq 0,5$ em
5 quantidade molar convertido em óxido.

Se a porcentagem de Li for inferior a 0,2, o coeficiente de dilatação térmica será relevante em relação à alumina que é a base, ensejando a presença de falhas como fissuras, e pode comprometer o acabamento da superfície vitrificada. Por outro lado, se
10 a porcentagem de Li for superior a 0,5, como dentre os íons de metais alcalinos, o grau de movimentação do íon Li é relativamente significativo, pode trazer consequências negativas ao potencial isolante da camada do vitrificante. De preferência, propõe-se controlar o valor de $\text{Li} / (\text{Na} + \text{K} + \text{Li})$ para que fique na faixa de 0,3 a
15 0,45. Outrossim, para incrementar ainda mais o efeito da melhoria da propriedade isolante, através do efeito de adição conjunta de metais alcalinos, além do terceiro componente como Na, pode-se misturar ainda outros metais alcalinos, precavendo-se para dirimir que a quantidade total de metais alcalinos fique excessiva, e
20 acabe deteriorando a condutividade elétrica, e o ideal é que todos os 3 componentes Na, K, e Li estejam presentes.

Prosseguindo, se Si for inferior a 25 mol %, pode dificultar a plena garantia do potencial isolante. E, se Si ultrapassar os 45
25 mol %, pode obstaculizar a vitrificação. Sendo que, de preferência, sugere-se controlar a referida quantidade de Si, de forma que fique na faixa de 30 a 40 mol %.

Por outro lado, se a quantidade de componente B for inferior a 20 mol %, o ponto de amolecimento do vitrificante irá subir, e pode empecer a vitrificação. Por outro lado, se a quantidade de
30 componente B transpuser os 40 mol %, facilitará a incidência de enrugamento na superfície vitrificada. E ainda, dependendo da quantidade de outros componentes presentes, pode incidir também, sobre problemas como perda de transparência da camada vitrificada, piora da propriedade isolante, ou ainda, incompatibilidade com
35 o coeficiente de dilatação térmica da base. Portanto, recomenda-se que, de preferência a quantidade do referido componente B esteja na faixa de 25 a 35 mol %.

Se a quantidade de Zn ficar inferior a 5 mol %, o coeficiente de dilatação térmica da camada do vitrificante será relevante, e pode facilitar a ocorrência de falhas como fissuras na camada do vitrificante. E ainda, como Zn capacita também abaixar o ponto de amolecimento do vitrificante, a sua carência pode estorvar a vitrificação. Por outro lado, se a quantidade de componente Zn exceder os 25 mol %, poderá aparecer mancha branca na camada vitrificada, devido à perda de transparência. Portanto, sugere-se que, de preferência a quantidade do referido componente Zn fique na faixa de 10 a 20 mol %.

Os componentes Ba e Sr, além de propiciarem a propriedade isolante da camada do vitrificante, também, a resistência. Se a sua quantidade total situar inferior a 0,5 mol %, a propriedade isolante do vitrificante irá agravar e comprometer a resistência à descarga disruptiva. Por outro lado, se a sua quantidade total ultrapassar os 20 mol % o coeficiente de dilatação térmica da camada do vitrificante ficará maior, suscitando a ocorrência de falhas como fissuras na camada do vitrificante. E ainda, enseja também a eclosão de manchas brancas na camada do vitrificante. Do ponto de vista de melhoria da propriedade isolante e controle do coeficiente de dilatação térmica, de preferência a quantidade total de componentes Ba e Sr deve ser de 0,5 a 10 mol %. Sendo que, em relação à presença de componentes Ba e Sr, apenas um deles pode estar contido isoladamente, ou ambos podem estar contidos misturados. Porém, considerando-se o custo da matéria-prima, é vantajoso usar o componente Ba que é de menor custo.

Outrossim, dependendo da matéria-prima utilizada, os componentes Ba e Sr podem estar presentes no vitrificante não como óxidos, mas sob outra forma. Por exemplo, caso utilize BaSO_4 como fonte de Ba, o componente S poderá estar contido na camada do vitrificante sob forma de resíduo. O enxofre pode ficar concentrado próximo à superfície da camada do vitrificante durante a vitrificação, aliviando a tensão superficial do vitrificante fundido, promovendo a camada vitrificada mais lisa.

Outrossim, propõe-se que, a quantidade total de Zn e Ba e/ou Sr seja de 8 a 30 mol %, convertidos respectivamente em óxidos citados. Se a dita quantidade total ultrapassar os 30 mol %, podem surgir manchas brancas na camada vitrificada. Por exem-

plo, para identificação do fabricante, etc., costuma-se imprimir ou gravar informações visuais como letras, marcas ou códigos utilizando cores, na face externa do isolador, porém, a presença de mancha branca, etc., pode dificultar a leitura de informações visuais imprimidas. Outrossim, se ficar inferior a 8 mol %, a temperatura (ponto) de amolecimento do vitrificante irá subir substancialmente, dificultando a vitrificação, e pode tornar-se também, causa de problema no aspecto visual. Sendo, de preferência, a referida quantidade total deverá ser de 10 a 20 mol %.

O vitrificante pode conter no total, 1 a 15 mol % de no mínimo 1 ou 2 elementos dentre 1 a 10 mol % de Al em Al_2O_3 , 1 a 10 mol % de Ca em CaO, e 0,1 a 10 mol % de Mg em MgO. O componente Al é eficaz no surtimento da perda de transparência da camada do vitrificante, e os componentes Ca e Mg auxiliam a melhorar a propriedade isolante da camada do vitrificante. Precipua-mente, em termos de melhoria da propriedade isolante, a eficácia do componente Ca perde apenas dos componentes Ba e Zn. Se a quantidade adicionada não atingir o respectivo limite mínimo, não se obtém o efeito desejado, ou ainda, se transpuser o limite máximo de cada componente ou o limite máximo da quantidade total, poderá embaraçar ou inviabilizar a vitrificação devido à elevação excessiva do ponto de amolecimento do vitrificante.

E ainda, em relação ao coeficiente de dilatação térmica, o vitrificante deverá atender a relação, $1,5 \leq n(\text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}) / n(\text{REO} + \text{R}_2\text{O}) \leq 3,0$ considerando-se $n(\text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO})$ a quantidade molar total de B e Zn respectivamente em B_2O_3 , e ZnO, e $n(\text{REO} + \text{R}_2\text{O})$ a quantidade molar total de metais alcalino-terrosos RE (sendo que, RE deverá ser formado de no mínimo 1 ou 2 componentes a serem escolhidos dentre Ba, Mg, Ca e Sr), e metais alcalinos R (sendo que, R deverá ser formado de no mínimo 1 ou 2 componentes a serem escolhidos dentre Na, K, Li), convertidos respectivamente em REO e R_2O . Isso porque, como B_2O_3 e ZnO trabalham no sentido de diminuir o coeficiente de dilatação térmica, enquanto que, os óxidos de metais alcalino-terrosos REO e os óxidos de metais alcalinos R_2O , trabalham no sentido de aumentar o coeficiente de dilatação térmica, ao ajustar a sua proporção, torna-se possível fazer com que o coeficiente de dilatação térmica seja compatível com o de alumina que é a base. E, isso permite obstar o apareci-

mento de falhas como fissuras, trincas, descascamento, etc. da camada do vitrificante. Se a faixa acima ficar inferior a 1,5, o coeficiente de dilatação térmica ficará relevante em comparação com o da alumina que é a base, e, ensejará o aparecimento de falhas como fissuras, etc., e pode comprometer a performance de acabamento da superfície vitrificada. Por outro lado, se a dita faixa ficar maior do que 3,0, o coeficiente de dilatação térmica será insuficiente em comparação com o da alumina que é a base, e isso pode suscitar a ocorrência de falhas como trincas, descascamento, enrugamento na camada vitrificada. E, para evidenciar ainda mais esse efeito, melhor ainda situar na faixa, $1,7 \leq n(\text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}) / n(\text{REO} + \text{R}_2\text{O}) \leq 2,5$

E ainda, é possível que contenha no total, o máximo de 5 mol %, o mínimo de 1 ou 2 elementos, dentre Bi, Sn, Sb, P, Cu, Ce e Cr respectivamente em Bi_2O_3 , SnO_2 , Sb_2O_5 , P_2O_5 , CuO , CeO_2 , Cr_2O_3 . Esses componentes podem ser adicionados de acordo com cada objetivo, ou podem estar presentes inerentemente sob forma de impurezas (ou contaminações) de matéria-prima do vitrificante (ou, mineral argiloso a ser misturado na preparação da barbotina do vitrificante a ser mencionado posteriormente), ou de materiais refratários utilizados no processo de fusão, para fabricação de frita do vitrificante. Todos eles elevam a fluidez durante a vitrificação, auxiliando a formação de espuma dentro da camada do vitrificante, ou ainda, dirimindo o aparecimento de problema, cobrindo a impureza da superfície de vitrificação durante o fluxo. Os efeitos de Bi e Sb são especialmente evidentes.

Outrossim, em relação à constituição da vela de ignição da presente invenção, cada componente citado contido no vitrificante, deverá estar presente sob forma de óxido, porém, devido a fatores como formação de fase de vidro amorfo, muitas vezes não se consegue identificar diretamente a forma de existência através de óxidos. Nesses casos, desde que a quantidade de elemento componente do valor convertido em óxido, contido no vitrificante, satisfaça a faixa acima, considera-se que se enquadra na faixa da presente invenção.

Sendo que, em relação à quantidade de cada componente contido na camada do vitrificante formada sobre o isolador, pode ser identificada através de métodos de análise microscópica consa-

grados como por exemplo, EPMA (análise microscópica de comprovação eletrônica), ou XPS (espectrometria fotoelétrica de raio-X). Quando se utiliza por exemplo o EPMA, para medir o raio-X característico, pode ser utilizado tanto o método de distribuição do comprimento da onda, como o método de distribuição energética. Existe ainda, o método de identificação por composição, onde a camada do vitrificante é separada do isolador, para ser submetida à análise gasosa ou análise química.

Outrossim, a vela de ignição da presente invenção, dotada de camada do vitrificante mencionada, pode ser aquela que em relação ao interior do furo passante do isolador, compõe-se de terminal metálico em forma de eixo, inserido em monobloco com o eletrodo central, ou separado do eletrodo central intermediado pela camada de conexão eletrocondutora. Nesse caso, o valor da resistência de isolamento pode ser medido, realizando-se a condução elétrica no intervalo entre o terminal metálico e o castelo metálico intermediado pelo isolador, com todo o corpo da referida vela de ignição mantido à aproximadamente 500°C. E, para garantir a durabilidade de isolamento à alta temperatura, sugere-se que, assegure essa resistência de isolamento no mínimo 200 MΩ, e de preferência em no mínimo 400 MΩ, para dirimir a incidência de descarga disruptiva, etc.

A figura 8 ilustra um exemplo desse tipo de medição. Ou seja, conecta-se uma fonte de tensão constante contínua (por exemplo uma fonte de tensão de 1000V) no lado do terminal metálico (13) da vela de ignição (100), conecta-se à terra o lado do castelo metálico (1), e realiza-se a condução elétrica com a vela de ignição (100) colocada dentro do forno de aquecimento e mantida à 500 °C. Por exemplo, considerando-se o caso em que a medição da corrente conduzida (I_m), é feita utilizando-se resistência para medição da corrente (valor da Resistência R_m), e considerando-se (V_S) a tensão de condução elétrica, o valor da resistência de isolamento (R_x) a ser medido, pode ser obtido através da relação (V_S/I_m) - R_m (na Figura, a corrente de condução elétrica (I_m) é medida através da potência de saída do amplificador de diferencial, que amplifica a diferença de potencial entre ambas as extremidades da resistência para medição da corrente).

E, em relação ao isolador, pode ser constituído de material

isolante à base de alumina, contendo 85 a 98 mol % de Al em Al_2O_3 . Outrossim, em relação ao vitrificante, recomenda-se que, o coeficiente de dilatação linear médio do vitrificante na faixa de temperatura de 20 a 350°C, esteja na faixa de $5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ a $8,5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Se o coeficiente de dilatação linear ficar menor que o limite mínimo, poderá ensejar a ocorrência de defeitos como rachaduras e falhas na camada do vitrificante. Por outro lado, se o coeficiente de dilatação linear ficar maior do que o limite máximo, a camada do vitrificante poderá sujeitar a defeitos como fissuras. Outrossim, recomenda-se que, de preferência o coeficiente de dilatação linear acima fique na faixa de $6 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ a $8 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$.

Em relação ao coeficiente de dilatação térmica da camada do vitrificante, pode ser deduzido através do valor obtido na medição com método já consagrado como de dilatômetro etc., de uma amostra recortada a partir de uma peça do vitrificante à base de vidro, obtido com a mistura e fusão de matérias primas, de tal forma que apresente quase a mesma composição da camada do vitrificante. E ainda, em relação ao coeficiente de dilatação linear da camada do vitrificante sobre o isolador, pode ser medido utilizando-se por exemplo, interferômetro a laser ou microscópio de força interatômica.

A posição intermediária do sentido da linha axial do isolador, pode ser dotada de região saliente que contorna a sua face externa. E, considerando-se lado dianteiro, o lado voltado para a ponta do eletrodo central citado, em relação ao referido sentido da linha axial, a face do contorno externo do terminal base do corpo do isolador, que se aproxima do lado traseiro, em relação à região saliente, pode ser dotado de formato cilíndrico. Nesse caso, recomenda-se que, o contorno externo do referido terminal base esteja revestido com camada do vitrificante, com espessura na faixa de 7 a 50 μm .

Nos motores de automóvel, etc., o que normalmente se utiliza mais, é o método de fixação da vela de ignição na parte elétrica do motor através do uso de capa protetora de borracha, mas, para melhorar a resistência à descarga disruptiva, é importante a aderência entre o isolador e a face interna da dita protetora. Ao realizar um estudo metuculoso, os presentes inventores especularam que, em relação ao vitrificante sem chumbo, constituído de vi-

dro de borosilicato ou vidro de borosilicato alcalino, para obter uma superfície vitrificada lisa, é importante realizar o ajuste da espessura da camada do vitrificante. E, em relação à face do contorno externo do corpo principal do isolador, descobriu-se que, principalmente devido à necessidade de aderência com a protetora, se o ajuste da espessura não for realizada convenientemente, não será possível assegurar suficientemente a resistência à descarga disruptiva. Sendo assim, em relação à vela de ignição da invenção nº 3, considerando-se o isolador dotado de camada do vitrificante sem chumbo com a constituição acima, ao fazer com que a espessura da camada vitrificante de cobre a face do contorno externo do terminal base do corpo principal atenda a dita faixa, consegue-se aditar a aderência entre a superfície vitrificada e a protetora, sem prejudicar a propriedade isolante da camada vitrificada, e desta forma promove a resistência à descarga disruptiva.

Se a espessura da camada vitrificada, localizada na referida parte do isolador ficar inferior a $7\mu\text{m}$, será difícil obter uma superfície vitrificada uniforme e lisa, com o vitrificante sem chumbo compondo-se de elementos supra, isso irá prejudicar a aderência entre a superfície vitrificada e a protetora, e a resistência à descarga disruptiva. Outrossim, se a espessura da camada do vitrificante ultrapassar os $50\mu\text{m}$, trará efeitos negativos a propriedade isolante com vitrificante sem chumbo constituído de composição acima, e nesse caso também, poderá desfavorecer a resistência à descarga disruptiva.

Em seguida, a vela de ignição da presente invenção acima, pode ser obtida pelo método de fabricação a ser dito doravante. Ou seja, o referido método importa processo de preparação de pó do vitrificante, que consiste em preparar o pó do vitrificante, adicionando-se e misturando-se na proporção de desígnio, os pós de matérias-primas para componentes, que serão as matérias-primas dos componentes do vitrificante, seguido de aquecimento da referida mistura a 1000 a 1500°C para que sofra fusão, sucessivamente submetendo o produto fundido ao resfriamento brusco, vitrificado e passando para moagem e, processo de aplicação do pó vitrificante, para obter camada vitrificante, fazendo com que ocorra acúmulo do pó vitrificante na superfície do isolador e, processo de vitrificação, que através de queima do isolador fixando-se a camada do pó vitri-

ficante aplicada na superfície do isolador, obtendo-se assim, a camada vitrificada.

Outrossim, em relação ao pó de matéria-prima para componentes, além dos óxidos desses componentes (pode ser óxido complexo), é possível utilizar também, vários tipos de pós de materiais inorgânicos como hidróxidos, carbonatos, cloretos, sulfatos, nitratos, fosfatos, etc. Para utilizar esses pós de materiais inorgânicos, é necessário que todos eles transformem em óxidos através de aquecimento e fusão. E ainda, em relação ao resfriamento brusco do fundido, além do método de lançamento do material fundido na água, pode-se adotar também, o método de obtenção de material solidificado em forma de flocos, através de jateamento do material fundido sobre a superfície do rolo de refrigeração.

Em relação ao pó do vitrificante, pode ser utilizado sob forma de barbotina do vitrificante, através de sua dispersão na água ou no solvente. Por exemplo, através da aplicação de barbotina do vitrificante, na superfície do isolador, seguido de secagem, é possível obter a camada acumulada de pó do vitrificante. Outrossim, em relação ao método de aplicação da barbotina do vitrificante sobre a superfície do isolador, ao utilizar o método de pulverização dela sobre a superfície do isolador, com bico de pulverização, é possível obter com certa facilidade uma camada de pó do vitrificante de espessura uniforme, e o ajuste da espessura da aplicação também é simples.

Para melhorar a estabilidade de conservação no formato da camada do pó do vitrificante obtido, pode-se misturar uma quantidade adequada de mineral argiloso ou aglutinante orgânico à barbotina do vitrificante. Em relação ao mineral argiloso, pode ser utilizado aquele constituído basicamente de aluminossilicato úmido, e por exemplo, pode-se utilizar aquele constituído basicamente de no mínimo 1 ou 2 tipos dentre alofana, imogolita, rissinguelita, esmectita, caulinita, haloisita, monmorilonita, ilita, burmiquelita, dolomita, etc. (ou seus compostos). Outrossim, em relação aos óxidos presentes, somando-se ao SiO_2 e Al_2O_3 , é possível utilizar aquele que contém basicamente no mínimo 1 ou 2 componentes dentre Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O e K_2O .

A vela de ignição da presente invenção pode ser considerada como aquela constituída de tal forma que, em relação ao furo pas-

sante conformado no sentido axial do isolador, numa das extremidades encontra-se fixado o terminal metálico, enquanto que, na outra extremidade encontra-se fixado o eletrodo central, e no interior do referido furo passante, o intervalo entre o terminal metálico e o eletrodo central, para mantê-los conectados eletricamente submete material sinterizado eletrocondutor (por exemplo camada de selagem de vidro eletrocondutor ou resistor), oriundo basicamente da mistura entre vidro e material eletrocondutor. Para a sua fabricação, pode-se adotar um método que importa os seguintes processos. Processo de fabricação do corpo montado: fabrica-se o corpo montado de tal forma que, em relação ao furo passante do isolador, numa das extremidades está instalado o terminal metálico, enquanto que, na outra extremidade, alojado o eletrodo central, e no interior do referido furo passante, no intervalo entre o terminal metálico e o eletrodo central, a camada de enchimento constituído de pó de matéria-prima para material sinterizado eletrocondutor, tendo como principais componentes o pó de vidro e pó de material eletrocondutor. Processo de vitrificação: pega-se o corpo montado com camada do pó do vitrificante revestindo a superfície do isolador, aquece-se na faixa de temperatura de 800 a 950°C, e desta forma efetuam-se simultaneamente o processo de formação da camada do vitrificante, através de fixação da camada do pó do vitrificante na superfície do isolador, e o processo de amolecimento do pó de vidro contido na camada de enchimento. Processo de prensagem: em relação a esse corpo montado aquecido, através de aproximação face a face do eletrodo central e do terminal metálico dentro do furo passante, comprime-se a camada de enchimento entre o eletrodo central e o terminal metálico, e obtém-se o material sinterizado eletrocondutor.

Nesse caso, o terminal metálico e o eletrodo central são conectados eletricamente através do material sinterizado eletrocondutor, e além disso, incide vedação (selagem) da face interna do furo passante do isolador, bem como do intervalo entre o terminal metálico e o eletrodo central. De forma que, o processo de vitrificação citado, irá constituir o processo de selagem com vidro. Como no referido processo, os processos de calafetação com vidro e de vitrificação são efetivados concomitantemente, é mais produtivo. Outrossim, como o uso do vitrificante mencionado consegue diminuir

a temperatura de vitrificação em 800 a 950°C, dificilmente ocorrem problemas de fabricação como de oxidação do eletrodo central e do terminal metálico, o que faz melhorar a eficiência de produção da vela de ignição. Sendo que, pode-se também realizar previamente a operação de vitrificação, e em seguida realizar a operação de selagem com vidro.

Recomenda-se que o ponto de amolecimento da camada do vitrificante fique, por exemplo, na faixa de 520 a 700°C. Se o ponto de amolecimento ultrapassar os 700°C, quando se realiza simultaneamente os processos de selagem de vidro e de vitrificação, torna-se necessário uma temperatura de vitrificação de no mínimo 950°C, em que o eletrodo central e o terminal metálico fica vulnerável à oxidação. Por outro lado, se a temperatura de amolecimento ficar inferior a 520°C, é necessário fazer com que a temperatura de vitrificação também seja baixa, inferior a 800°C. Nesse caso, para se obter uma calafetação com vidro de forma a contento, será necessário utilizar também, um vidro de baixa temperatura de amolecimento. Em consequência, caso a vela de ignição acabada seja utilizada por um longo tempo num ambiente com temperatura relativamente elevada, como o vidro contido no material sinterizado eletrocondutor tende a sofrer alteração, por exemplo, caso o material sinterizado eletrocondutor contenha resistor, poderá comprometer o seu desempenho, como sua vida de carga, etc. Sendo que, de preferência, o ponto de amolecimento da camada do vitrificante deverá ser controlado de forma que fique entre 520 a 620°C.

Outrossim, em relação ao ponto de amolecimento da camada do vitrificante, por exemplo, reputa-se como referido ponto de amolecimento, a temperatura do pico que aparece após o primeiro pico endotérmico que aponta o ponto de escoamento (ou seja, o pico endotérmico que aparece em segundo lugar), ao realizar análise térmica diferencial da camada do vitrificante, mediante sua separação do isolador e seu aquecimento. Outrossim, em relação à temperatura de amolecimento da camada do vitrificante formada sobre a superfície do isolador, analisa-se a quantidade de cada componente contido na camada do vitrificante, calcula-se a sua composição convertida em óxido, e após obtenção de uma amostra de vidro, através de mistura, fusão e resfriamento brusco de matéria-prima de óxido, de cada elemento a transformar-se em

óxido, também é passível de deduzir o ponto de amolecimento da camada do vitrificante ora mencionada, através do ponto de amolecimento da dita amostra de vidro.

Segue abaixo, a explanação sobre o modo de execução da presente invenção, com base em alguns exemplos de execução ilustrados nas figuras. A figura 1 ilustra um dos exemplos de execução da vela de ignição, referente à constituição nº 1 da presente invenção. A referida vela de ignição (100) é dotada do castelo metálico cilíndrico (1), isolador (2) introduzido no lado interno do referido castelo metálico (1), de forma que a ponta (21) fique projetada, eletrodo central instalado no lado interno do isolador (2) de forma que a região de ignição (31) configurada na ponta fique projetada, e do eletrodo terra (4) inserido de forma que, uma das extremidades fica ligada ao castelo metálico (1) através de soldagem, etc., enquanto que, a outra encontra-se dobrada lateralmente, de modo que, a sua face lateral posicione de frente para a ponta do eletrodo central (3). Outrossim, no eletrodo terra (4) encontra-se conformada a região de ignição (32), que confronta com a região de ignição (31), e a folga existente no intervalo entre a região de ignição (31) e outra região (32) confrontante, forma a folga de descarga de centelhamento (g).

O castelo metálico (1) de forma cilíndrica, é constituído de metal como aço de baixo carbono, etc., sendo que, além de formar o alojamento para vela de ignição (100), o seu contorno externo é dotado de rosca (7) para fixação da vela (100) no bloco do motor não ilustrado. Outrossim, (1e) é a região de encaixe de ferramentas, dotada de corte axial hexagonal onde se ajustam as ferramentas como chave de boca, chave inglesa, etc., na hora de fixação do castelo metálico (1).

Outrossim, no sentido axial do isolador (2), está conformado o furo passante (6), onde numa das suas extremidades encontra-se fixado o terminal metálico (13), enquanto que, na outra extremidade, o eletrodo central (3). E ainda, em relação ao interior do dito furo passante (6), no intervalo entre o terminal metálico (13) e o eletrodo central (3), está inserido o resistor (15). Ambas as extremidades desse resistor (15) estão conectadas eletricamente, ao eletrodo central (3) e ao terminal metálico (13), respectivamente, intermediado pelas camadas de selagens de vidro eletro-

condutores (16), (17). O resistor (15) e camadas de selagens de vidro eletrocondutores (16), (17) constituem o material sinterizado eletrocondutor. Outrossim, o resistor (15) constitui-se do composto resistivo, que tem como matéria-prima a mistura em pó contendo pó de vidro e pó de material eletrocondutor (e conforme a necessidade, pó cerâmico além do vidro), que será aquecido e pressionado no processo de selagem com vidro a ser descrito posteriormente. Outrossim, pode-se também eliminar o resistor (15) e através de uma camada de selagem de vidro eletrocondutor, de modo o terminal metálico (13) e o eletrodo central (3) formem um monobloco.

O isolador (2) é dotado do furo passante (6) para alojamento do eletrodo central (3), ao longo do sentido axial, e é totalmente constituído de material isolante a descrever. Ou seja, o referido material isolante é formado basicamente de alumina, e é um sinterizado cerâmico de alumina que contém 85 a 98 mol % (de preferência 90 a 98 mol %) de Al em peso de Al_2O_3 .

Em relação à composição detalhada dos componentes além do Al, pode ser mencionado o seguinte exemplo. Si: 1,50 a 5,00 mol % em valor de SiO_2 ; Ca: 1,20 a 4,00 mol % em valor de CaO; Mg: 0,05 a 0,17 mol % em valor de MgO; Ba: 0,15 a 0,50 mol % em valor de BaO; B : 0,15 a 0,50 mol % em valor de B_2O_3 .

Na região intermediária do sentido axial do isolador (2), encontra-se configurada a saliência (2e), que se projeta para fora circunferencialmente, por exemplo sob forma de flange. E, em relação ao isolador (2), reputando-se como lado dianteiro o lado voltado para a ponta do eletrodo central (3) (figura 1), o corpo principal (2b) apresenta o lado posterior com diâmetro menor em relação à referida saliência (2e). Por outro lado, no lado dianteiro da saliência (2e), encontra-se conformado na sequência, o eixo nº 1 (2g) de diâmetro menor do que o primeiro, e o eixo nº 2 (2i) de diâmetro ainda menor que o referido eixo nº 1 (2g). Outrossim, na extremidade traseira do contorno externo do corpo principal (2b) encontra-se conformada a corrugação (2c). Outrossim, o contorno externo do eixo nº 1 (2g) possui formato aproximado de um cilindro, e o contorno externo do eixo nº 2 possui formato aproximado de um cone, onde o diâmetro vai diminuindo à medida que se aproxima da ponta.

Por outro lado, o diâmetro do corte axial do eletrodo cen-

tral (3) foi especificado menor do que o diâmetro do corte axial do resistor (15). E, o furo passante (6) do isolador (2) é dotado de, parte nº 1 (6a) com formato aproximado de um cilindro que deixa atravessar o eletrodo central (3), e parte nº 2 (6b), configurado no
 5 lado posterior (lado superior no desenho) da referida parte nº 1 (6a), com formato aproximado de um cilindro, e de forma que o diâmetro seja maior do que o primeiro. O terminal metálico (13) e o resistor (15) estão instalados dentro da parte nº 2 (6b), enquanto que, o eletrodo central (3), inserido na parte nº 1 (6a). Na extremi-
 10 dade posterior do eletrodo central (3), está configurado o ressalto para fixação do eletrodo (3c), que se projeta para fora a partir do seu contorno externo. E, quanto às partes nº 1 (6a) e nº 2 (6b) do furo passante (6) supra, encontram-se conectadas mutuamente dentro do eixo nº 1 (2g) da figura 3 (a), sendo que, nesse ponto de
 15 ligação, conformada a base de assentamento do ressalto (6c), em forma de cone ou formando raio, para alojar o ressalto para fixação do eletrodo (3c) do eletrodo central (3).

Outrossim, o contorno externo da região de ligação (2h) entre o eixo nº 1 (2g) e o eixo nº 2 (2i) surge desnível, e através de
 20 sua fixação no ressalto (1c) da região de fixação do castelo metálico, conformado na face interna do castelo metálico (1), intermediado pela guarnição achatada (63) em forma de anel, está preso no sentido axial. Por outro lado, no intervalo entre a face interna da abertura do lado traseiro do castelo metálico (1), e a face externa
 25 do isolador (2), encontra-se posicionada a guarnição (62) em forma de anel, que se fixa na borda do lado posterior da saliência (2e) em forma de flange, e ainda mais para trás fica posicionada a guarnição (60) em forma de anel intermediada pela camada de enchimento (61) de talco, etc., e, através de introdução sob pressão do isolador (2), para frente em direção ao castelo metálico (1), e mantendo-se essa posição, ao pressionar para dentro a borda aberta do
 30 castelo metálico (1), em direção à guarnição (60), obtém-se a região de rebordamento (1d), e desta forma, o castelo metálico (1) fica fixado no isolador (2).

35 As figuras 3(a) e 3(b) ilustram alguns exemplos do isolador (2). Seguem abaixo os exemplos dimensionais de cada uma de suas partes. Comprimento total L1: 30 a 75 mm. Comprimento do eixo nº 1 (2g) L2: 0 a 30 mm (porém, não inclui a região de ligação

(2f) com a saliência (2e), e inclui a região de ligação (2h) com o eixo nº 2 (2i)). Comprimento do eixo nº 2 (2i) L3: 2 a 27 mm. Diâmetro externo do corpo principal (2b) D1: 9 a 13 mm. Diâmetro externo da saliência (2e) D2: 11 a 16 mm. Diâmetro externo do eixo nº 1 (2g) D3: 5 a 11 mm. Diâmetro externo do terminal base do eixo nº 2 (2i) D4: 3 a 8 mm. Diâmetro externo da ponta do eixo nº 2 (2i) D5 (porém, caso a borda externa da ponta receba usinagem de raio ou chanfro, refere-se ao diâmetro externo da extremidade base do referido raio ou chanfro, em relação ao corte que envolve a linha axial central (0)): 2,5 a 7 mm. Diâmetro interno da parte nº 2 (6b) do furo passante (6) D6: 2 a 5 mm. Diâmetro interno da parte nº 1 (6a) do furo passante (6) D7: 1 a 3,5 mm. Espessura do eixo nº 1 (2g) t1: 0,5 a 4,5 mm. Espessura do terminal base do eixo nº 2 (2i) t2 (valor relativo à direção perpendicular com a linha axial central (0)): 0,3 a 3,5 mm. Espessura da ponta do eixo nº 2 (2i) t3 (valor relativo à direção perpendicular com a linha axial central (0), porém, caso a borda externa da ponta receba usinagem de raio ou chanfro, refere-se ao diâmetro externo da extremidade base do referido raio ou chanfro, em relação ao corte que importa a linha axial central (0)): 0,2 a 3 mm. Espessura média do eixo nº 2 (2i) tA $((t2+t3)/2)$: 0,25 a 3,25 mm.

E ainda, em relação à figura 1, o comprimento LQ da parte (2k) do isolador (2) que se projeta para o lado traseiro do castelo metálico (1), é de 23 a 27 mm (por exemplo, aproximadamente 25 mm). E ainda, ao realizar um corte vertical incluindo-se a linha axial central (0) do isolador (2), em relação ao contorno externo da parte projetada (2k) do isolador (2), o comprimento LP a partir da posição correspondente à borda da extremidade traseira do castelo metálico (1), até a borda da extremidade traseira do isolador (2) passando pela corrugação (2c), medido ao longo da linha do perfil do corte, é de 26 a 32 mm (por exemplo aproximadamente 29 mm).

Outrossim, as dimensões de cada uma das partes acima do isolador (2) ilustrado na figura 3 (a), por exemplo é conforme a seguir: L1= aprox. 60mm, L2= aprox. 10mm, L3= aprox. 14mm, D1= aprox. 11mm, D2= aprox. 13mm, D3= aprox. 7,3mm, D4= 5,3mm, D5= 4,3mm, D6= 3,9mm, D7= 2,6mm, t1= 3,3mm, t2= 1,4mm, t3= 0,9mm, tA= 1,15mm.

E ainda, em relação ao isolador (2) ilustrado na figura 3(b),

o eixo nº 1 (2g) e o eixo nº 2 (2i) possuem respectivamente diâmetros externos um pouco maiores em comparação com os da figura 3 (a). Quanto às dimensões das respectivas partes, por exemplo é conforme a seguir: L1= aprox. 60mm, L2= aprox. 10mm, L3= aprox. 14mm, D1= aprox. 11mm, D2= aprox. 13mm, D3= aprox. 9,2mm, D4= 6,9mm, D5= 5,1mm, D6= 3,9mm, D7= 2,7mm, t1= 3,3mm, t2= 2,1mm, t3= 1,2mm, tA= 1,65mm.

Prosseguindo, conforme ilustra a figura 2, a superfície do isolador (2), ou pormenorizando, o contorno externo do corpo principal (2b), incluindo-se a corrugação (2c), é dotado de camada vitrificada (2d). A espessura da camada vitrificada (2d) deve ser de 7 a 150µm, e de preferência de 10 a 50µm. Outrossim, conforme ilustra a figura 1, a camada vitrificada (2d) formada no corpo principal (2b), encontra-se constituída de forma que, a parte dianteira do sentido axial fique um determinado comprimento para dentro do castelo metálico (1), enquanto que, a parte traseira prolonga-se até a borda da extremidade traseira do corpo principal (2b).

Prosseguindo, a camada do vitrificante 2d deve possuir pelo menos alguma das composições da presente invenção, explicadas na seção de solução para o problema e ação-efeito. Quanto ao significado crítico da faixa de composição de cada componente, como já foi explicado detalhadamente, não será repetido aqui. Outrossim, a espessura t1 (valor médio) da camada do vitrificante (2d) no contorno externo do terminal base (contorno externo da parte cilíndrica sem corrugação (2c), localizada na região que se projeta para trás do castelo metálico (1)) é de 7 a 50µm. A corrugação (2c) pode ser excluída, e nesse caso, considera-se t1, a espessura (valor médio) da camada do vitrificante (2d) do contorno externo, que ocupa até 50% do comprimento da saliência (LQ) do corpo principal (1b), tomando-se como ponto de referência a borda traseira do castelo metálico (1).

Prosseguindo, o eletrodo terra (4) e o corpo principal (3a) do eletrodo central (3) são compostos de liga de Ni, etc. Sendo que, na parte interna do corpo principal (3a) do eletrodo central (3), está embutido o núcleo (3b) de Cu ou liga de Cu, etc., para servir da liberação de calor. Por outro lado, a região de ignição (31) e a região de ignição confrontante (32) mencionadas são constituídas

basicamente da liga de metais nobres, tendo como componentes principais no mínimo um ou 2 tipos dentre Ir, Pt e Rh. O corpo principal (3a) do eletrodo central (3) apresenta diâmetro menor na extremidade dianteira, e a superfície dessa extremidade dianteira é plana, sendo que, nessa parte sobrepõe-se uma pastilha em forma de disco, composta de liga para constituir a região de ignição, e realizando-se a fixação da mesma, através de soldagem ao longo da borda externa da face de junção dos mesmos, com soldagem a laser, soldagem por feixe eletrônico, soldagem por indução elétrica, etc., forma-se a região soldada (W), e obtém-se a região de ignição (31). E, em relação à região de ignição (32) confrontante, ela é obtida posicionando-se a pastilha no eletrodo terra, de forma a confrontar com a região de ignição (31), e realizando-se a sua fixação através de obtenção da região de soldagem (W) da mesma forma, ao longo da borda externa da sua face de junção. Outrossim, essas pastilhas podem ser constituídas por exemplo de, material fundido obtido através da mistura e fusão de ligas obedecendo a composição da tabela, ou de material sinterizado, obtido através de densificação e sinterização de pó de liga, ou pós de metais simples misturados numa determinada proporção. Sendo que, em relação à região de ignição (31) e região de ignição (32) confrontante, pode-se adotar uma constituição onde pelo menos uma delas é eliminada.

A vela de ignição (100) acima, por exemplo, pode ser fabricado pelo seguinte método. Primeiramente, em relação ao isolador (2), como pó de matéria-prima, mistura-se pó de alumina com pós originais de componentes Si, Ca, Mg, Ba e B, numa proporção tal que, após a queima e conversão em óxido fique com a composição supra, em seguida adiciona-se uma determinada quantidade de aglutinante (por exemplo PVA) e água, e após a mistura dos mesmos obtém-se a barbotina de base para conformação. Sendo que, em relação aos pós originais de cada componente, por exemplo, os componentes Si, Ca, Mg, Ba e B podem ser misturados sob forma de SiO_2 , CaCO_3 , MgO , BaCO_3 ou BaSO_4 , H_3BO_3 , respectivamente. Sendo que, H_3BO_3 pode ser misturado também sob forma de solução.

A barbotina base para conformação, é submetida à secagem por pulverização através do método de spray-drying, e obtém-se a massa base para conformação. E através de compactação da

massa base para conformação por prensagem com molde de borra-
 cha, obtém-se o corpo compacto prensado que será o modelo origi-
 nal do isolador. O lado da face externa do corpo compactado é ain-
 da conformado com esmeril, etc., para obter o perfil corresponden-
 5 te ao do isolador (2) da figura 1, e através da sinterização 1400 a
 1600 °C, obtém-se o isolador (2).

À parte, prepara-se a barbotina do vitrificante da seguin-
 te forma. Primeiramente, misturam-se os pós originais de compo-
 nentes que serão fontes de componentes Si, B, Zn, Ba, e metais al-
 10 calinos (Na, K, Li) (por exemplo, pó de SiO_2 para Si, pó de H_3BO_3
 para B, pó de ZnO para Zn, pó de BaCO_3 ou pó de BaSO_4 para Ba,
 pó de Na_2CO_3 para Na, pó de K_2CO_3 para K, pó de Li_2CO_3 para Li),
 de forma a obter a composição de desígnio. Em seguida, funde-se
 essa mistura aquecendo-a de 1000 a 1500°C, e com lançamento
 15 desse produto fundido na água realiza-se resfriamento brusco e ob-
 têm-se o vitrificado, e realizando-se uma nova moagem obtém-se a
 frita do vitrificante. E prosseguindo, adita-se a essa frita do vitri-
 ficante, uma quantidade própria de mineral argiloso como caulim,
 argila "gairome", etc., e aglutinante orgânico, em seguida acres-
 20 centa-se mais água, e após a mistura dos mesmos obtém-se a bar-
 botina do vitrificante.

E, conforme ilustra a figura 7, através de pulverização e
 aplicação dessa barbotina do vitrificante (S) com bico pulverizador
 (N), nas partes da superfície do isolador (2) que requer a sua apli-
 25 cação, obtém-se a camada de barbotina do vitrificante (2d'), como
 sendo camada de pó vitrificante acumulado, e realiza-se a sua se-
 cagem.

Continuando, segue abaixo o resumo sobre a montagem do
 eletrodo central (3) e do terminal metálico (13) no isolador (2) do-
 30 tado com a referida camada de barbotina do vitrificante (2d'), e do
 processo de obtenção do resistor (15) e das camadas de selagens de
 vidro eletrocondutor (16), (17). Primeiramente, conforme ilustra a
 figura 8 (a), em relação ao furo passante (6) do isolador (2), após
 inserção do eletrodo central na sua parte nº 1 (6a), preenche-se
 35 com pó de vidro eletrocondutor (H) conforme ilustra (b). E, confor-
 me ilustra (c), realiza-se compressão preliminar do pó (H) preen-
 chido, através de inserção de barra de pressionamento (28) no in-
 terior do furo passante (6), e obtém-se a camada de pó de vidro

eletrocondutor nº 1 (26). Prosseguindo, preenche-se com pó de matéria-prima de composto resistivo, realiza-se compressão preliminar da mesma forma, e preenchendo-se novamente com pó de vidro eletrocondutor seguido de compressão preliminar, conforme ilustra a figura 8(d), a partir do lado do eletrodo central (3) (lado inferior), no interior do furo passante (6) haverá sobreposição de camada de pó de vidro eletrocondutor nº 1 (26), camada de pó de composto resistivo (25), e de camada de pó de vidro eletrocondutor nº 2 (27).

E, conforme ilustra a figura 9 (a), coloca-se por cima o terminal metálico (13) no furo passante (6), e obtém-se o corpo montado (PA). Nessas condições introduz-se no forno de aquecimento, e aquece-se a uma temperatura especificada entre 800 a 950°C, que é mais alta do que a do ponto de amolecimento do vidro, em seguida, introduz-se sob pressão o terminal metálico (13) no interior do furo passante (6), no sentido axial a partir do lado oposto ao eletrodo central (3), e pressiona-se as camadas sobrepostas (25) a (27) no sentido axial. Dessa forma, conforme ilustra o item (b) da mesma Figura, cada camada sofrerá compressão e sinterização, resultando respectivamente em camada de selagem de vidro eletrocondutor (16), resistor (15) e camada de selagem de vidro eletrocondutor (17) (processo de calafetação com vidro).

Nesse caso, fazendo com que, o ponto de amolecimento do pó do vitrificante contido na camada de barbotina do vitrificante (2d'), fique entre 600 a 700°C, conforme ilustra a figura 9, é possível que, a camada de barbotina (2d') seja transformada em camada do vitrificante (2d), pela vitrificação simultânea durante o aquecimento do processo de calafetação com vidro supra. E ainda, com a adoção de uma temperatura relativamente baixa de 800 a 950°C, como temperatura de aquecimento do processo de selagem de vidro, será mais difícil suscitar oxidação na superfície do eletrodo central (3) ou do terminal metálico (13).

Outrossim, ao utilizar forno a gás com queimador como forno de aquecimento (uso simultâneo como forno de vitrificação), no ambiente de aquecimento haverá presença relevante de vapor de água, que é um dos produtos de combustão. Nessa ocasião, ao utilizar composição do vitrificante, onde a quantidade de componente B contido é de no máximo 40 mol %, será possível assegurar

a fluidez durante a vitrificação, e obter ainda, camada do vitrificante com lisura e uniforme, com propriedade isolante satisfatória, mesmo num ambiente onde há presença de considerável quantidade de vapor de água.

5 No corpo montado (PA), onde foi concluído o processo de calafetação com vidro, são montados o castelo metálico (1), eletrodo terra (4), etc., e obtém-se a vela de ignição (100) ilustrada na figura 1. A vela de ignição (100) é instalada no bloco do motor, por meio da rosca (7), e é utilizada como fonte de ignição da mistura de ar a ser alimentada para a câmara de combustão. Sendo que,
10 a instalação do cabo de alta tensão ou da bobina de ignição, na vela de ignição (100), conforme ilustra a linha imaginária da figura 1, é realizada utilizando-se uma protetora de borracha (RC) (por exemplo constituído de borracha de silicone), que cobre o contorno externo do corpo principal (2b) do isolador (2). O diâmetro do furo da referida capa de borracha (RC). é aproximadamente 0,5 a
15 1,0 mm menor em relação ao diâmetro externo (D1) (figura 3) do corpo principal (2b). O corpo principal (2b) é pressionado alargando-se elasticamente o furo, até que se cubra a sua extremidade base. Por esse motivo, a face interna da protetora de borracha (RC) adere no contorno externo do terminal base do corpo principal (2b), e atua como revestimento isolante para evitar descarga disruptiva, etc.

 Outrossim, além do tipo ilustrado na figura 1, a vela de
25 ignição da presente invenção pode ser também, por exemplo conforme ilustra a figura 4, onde a ponta do eletrodo terra (4) foi colocada de frente para a face lateral do eletrodo central (3), fazendo que produza folga de centelhamento (g) no intervalo entre ambos. E ainda, conforme ilustra a figura 5, em relação à vela de ignição
30 (100), pode ser também vela de ignição do tipo descarga semi-superficial, onde a ponta do isolador (2) é introduzida no intervalo entre a face lateral do eletrodo central (3) e a ponta do eletrodo terra (4).

 Para verificar o efeito da presente invenção, foram executados os seguintes testes.
35

 Confeccionou-se o isolador (2) conforme a seguir. Primeiramente, como pó de matéria-prima, em relação ao pó de alumina (95 mol % de alumina, contendo 0,1 mol % de Na (convertido em

Na₂O), diâmetro granular médio 3,0µm), misturou-se determinada quantidade de SiO₂ (pureza 99,5%, diâmetro granular médio 1,5µm), CaCO₃ (pureza 99,9%, diâmetro granular médio 2,0µm), MgO (pureza 99,5%, diâmetro granular médio 2µm), BaCO₃ (pureza 99,5%, diâmetro granular médio 1,5µm), H₃BO₃ (pureza 99,0%, diâmetro granular médio 1,5µm), ZnO (pureza 99,5%, diâmetro granular médio 2,0µm), e considerando-se a quantidade total de pós misturados como 100 partes em massa, adicionou-se 3 partes em massa de PVA como aglutinante hidrófilo, e 103 partes em massa de água, e através de sua mistura via úmido, obteve-se a barbotina de base para compactação.

Prosseguindo, efetuou-se a secagem da barbotina, com diferentes composições, através do método de spray drying, e obteve-se bolas de massa base para compactação. Sendo que, as massas foram peneiradas para que fiquem com diâmetro granular entre 50 a 100µm. Em seguida, as massas foram compactadas a uma pressão de 50 MPa pelo método já conhecido de prensagem com molde de borracha, e, desbastou-se o contorno externo do referido corpo compactado com esmeril, para se obter formato definido do isolador, e após sinterização a uma temperatura de 1.550 °C obteve-se o isolador (2). E ainda, através de análise de raio-X fluorescente descobriu-se que o isolador (2) apresentava a seguinte composição: Al : 94,9 mol % convertido em Al₂O₃; Si : 2,4 mol % convertido em SiO₂; Ca: 1,9 mol % convertido em CaO; Mg: 0,1 mol % convertido em MgO; Ba: 0,4 mol % convertido em BaO; B : 0,3 mol % convertido em B₂O₃.

Outrossim, as dimensões das partes do isolador (2) com base na figura 3 (a) são as seguintes: L1= aprox. 60mm, L2= aprox. 8mm, L3= aprox. 14mm, D1= aprox. 10mm, D2= aprox. 13mm, D3= aprox. 7mm, D4= 5,5mm, D5= 4,5mm, D6= 4mm, D7= 2,6mm, t1= 1,5mm, t2= 1,45mm, t3= 1,25 mm, tA= 1,35mm. E ainda, com base na Figura 1, o comprimento LQ da parte (2k) do isolador (2) que está projetada para o lado traseiro do castelo metálico (1), é de 25 mm, e, ao realizar um corte vertical incluindo-se a linha axial central (0) do isolador (2), em relação ao contorno externo da parte projetada (2k) do isolador (2), o comprimento LP a partir da posição correspondente à borda da extremidade traseira do castelo metálico (1), até a borda da extremidade traseira do

isolador (2) passando pela corrugação (2c), medido ao longo da linha do perfil do corte, é de 29 mm.

Em seguida, preparou-se a barbotina do vitrificante da seguinte forma. Primeiramente, como matéria-prima, misturou-se em diversas proporções SiO_2 (pureza 99,5%), pó de Al_2O_3 (pureza 99,5%), pó de H_3BO_3 (pureza 98,5%), pó de Na_2CO_3 (pureza 99,5%), pó de K_2CO_3 (pureza 99%), pó de Li_2CO_3 (pureza 99%), pó de BaSO_4 (pureza 99,5%), pó de SrCO_3 (pureza 99%), pó de ZnO (pureza 99,5%), pó de MoO_3 (pureza 99%), pó de Fe_2O_3 (pureza 99%), pó de WO_3 (pureza 99%), pó de Ni_3O_4 (pureza 99%), pó de Co_3O_4 (pureza 99%), pó de MnO_2 (pureza 99%), pó de CaO (pureza 99,5%), pó de TiO_2 (pureza 99,5%), pó de ZrO_2 (pureza 99,5%), pó de HfO_2 (pureza 99%), pó de MgO (pureza 99,5%), pó de Sb_2O_5 (pureza 99%), pó de Bi_2O_3 (pureza 99%), pó de SnO_2 (pureza 99,5%), pó de P_2O_5 (pureza 99%), pó de CuO (pureza 99%), pó de CeO_2 (pureza 99,5%), pó de Cr_2O_3 (pureza 99,5%), e, essa mistura foi submetida à fusão através de aquecimento a 1000 a 1500°C, o produto fundido foi lançado na água onde sofreu resfriamento brusco e vitrificação, e através de moagem no moinho pote de alumina, obteve-se pó do vitrificante com diâmetro granular máximo de 50µm. Em seguida, em relação a 100 partes em massa desse pó do vitrificante, adicionou-se 3 partes em massa de caulim da Nova Zelândia como mineral argiloso, 2 partes em massa de PVA como aglutinante orgânico, e adicionando ainda 100 partes em massa de água, e realizando a sua mistura, obteve-se a barbotina do vitrificante.

Após pulverização desta barbotina do vitrificante sobre a superfície do isolador (2), através de bico pulverizador conforme ilustra a figura 7, efetuou-se a secagem, e obteve-se a camada de barbotina do vitrificante (2d'). Sendo que, a espessura da camada do vitrificante após a secagem é de aproximadamente 100µm. Utilizando esse isolador (2), confeccionou-se vários tipos de vela de ignição (100) ilustrada na figura 1, utilizando método já explicado através das figuras 11 a 12. Porém, o diâmetro externo da rosca (7) foi considerado como 14mm. E ainda, em relação ao pó de matéria-prima para o resistor (15) utilizou-se vidro de $\text{B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-BaO-Li}_2\text{O}$, pó de ZrO_2 , pó de negro de fumo, pó de TiO_2 , pó de Al metálico, e como pó de matéria-prima para as camadas de selagens de vidro eletrocondutor (16), (17) utilizou-se vidro de $\text{B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-}$

Na_2O , pó de Cu, pó de Fe, e pó de Fe-B, e a temperatura de aquecimento durante a selagem com vidro, ou seja, a temperatura de vitrificação foi de 900°C .

Por outro lado, confeccionou-se também, amostras de
5 pedaços do vitrificante solidificados, sem moagem. E ainda, certificou-se também que, esses pedaços de amostra do vitrificante sofreram vitrificação (transformação em amorfo) através de difração do raio-X. Utilizando tal amostra realizou-se os seguintes testes.

10 ① Análise da composição química: Conforme análise de raio-X fluorescente. Os resultados de análise de cada amostra (valores convertidos em óxidos) estão demonstrados nas tabelas 1 e 3. E ainda, efetuou-se a medição das composições da camada do vitrificante (2d) formada sobre a superfície do isolador (2),
15 através do método EPMA, e constatou-se que coincide aproximadamente com os valores medidos utilizando-se o referido pedaço de amostra.

② Coeficiente de dilatação térmica: A partir do pedaço de amostra, recortou-se corpo de prova para medição com dimen-
20 sões $5\text{mm} \times 5\text{mm} \times 10\text{mm}$, e através do método popular de dilatômetro efetuou-se a medição obtendo-se o valor médio de 20 a 350°C . E a partir do isolador (2) também, recortou-se um corpo de prova para medição com as dimensões acima, e ao realizar a mesma medição, o valor obtido foi de $73 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$.

25 ③ Ponto de amolecimento: Efetuou-se análise de diferencial térmico, através de aquecimento de 50mg de amostra em pó, e iniciando-se a medição a partir da temperatura ambiente, considerou-se temperatura de amolecimento a temperatura correspondente ao 2º pico endotérmico.

30 E ainda, em relação a cada uma das velas de ignição, efetuou-se a medição da resistência de isolamento à 500°C , aplicando-se tensão de condução elétrica de 1000V, através do método já explanado com base na figura 8. Outrossim, efetuou-se checagem visual do estado de formação da camada do vi-
35 trificante (2d) sobre o isolador (2), e mediu-se a espessura da camada do vitrificante, do contorno externo do terminal base do isolador, através de observação do corte com SEM. Os resultados estão demonstrados nas tabelas 1 a 5.

TABELA 1

		1	2	3	4	5	6	7
Composição (mol %)	SiO ₂	36,00	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0
	Al ₂ O ₃	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	B ₂ O ₃	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
	Na ₂ O	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	K ₂ O	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	Li ₂ O	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	BaO	4,5	2,5	-	4,5	4,5	4,5	4,5
	SrO	-	2,0	4,5	-	-	-	-
	ZnO	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
	MoO ₃	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-
	Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	1,0	-	-
	WO ₃	-	-	-	1,0	-	-	-
	Ni ₃ O ₄	-	-	-	-	-	0,5	-
	Co ₃ O ₄	-	-	-	-	-	0,5	-
	MnO ₂	-	-	-	-	-	-	1,0
	CaO	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	ZrO ₂	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	TiO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	HfO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	MgO	-	-	-	-	-	-	-
	Sb ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-
	Bi ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	SnO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	P ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-
	CuO	-	-	-	-	-	-	-
	CeO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	Total	100	100	100	100	100	100	100
	K/(Na+Li+K)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
	Li/(Na+Li+K)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
	ZnO+BaO/SrO	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
	Al ₂ O ₃ +CaO+MgO	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Coef. Dil. Térm. (x10 ⁻⁶)		7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Ponto de amol. (°C)		570	570	570	570	570	570	570
Resist. Isol. 500°C(MΩ)		800	900	800	800	800	800	700
Aspecto visual		☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
Espes. cam. Vitrif.(μm)		40	20	40	30	40	20	50

* Significa que não está dentro da faixa da presente invenção.

TABELA 2

		8	9	10	11	12*	13*	14
Composição (mol %)	SiO ₂	36,00	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0
	Al ₂ O ₃	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	B ₂ O ₃	28,0	28,0	28,0	28,0	33,0	30,0	25,0
	Na ₂ O	2,5	2,0	0,5	1,0	4,0	0,5	1,0
	K ₂ O	2,5	4,5	2,5	6,5	5,5	1,0	4,5
	Li ₂ O	2,5	1,0	4,5	2,0	2,0	3,0	2,0
	BaO	4,5	4,5	4,5	7,5	4,5	4,5	2,0
	SrO	-	-	-	-	-	-	-
	ZnO	16,0	16,0	16,0	11,0	16,0	16,0	23,0
	MoO ₃	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	0,5
	Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	WO ₃	-	-	-	-	-	-	-
	Ni ₃ O ₄	-	-	-	-	-	-	-
	Co ₃ O ₄	-	-	-	-	-	-	-
	MnO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	CaO	4,0	4,0	4,0	4,0	-	-	3,0
	ZrO ₂	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0
	TiO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	HfO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	MgO	-	-	-	-	-	3,5	-
	Sb ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-
	Bi ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	SnO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	P ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-
	CuO	-	-	-	-	-	-	-
	CeO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	Total	100	100	100	100	100	100	100
	K/(Na+Li+K)	0,33	0,60	0,20	0,68	0,48	0,22	0,60
	Li/(Na+Li+K)	0,33	0,13	0,73	0,21	0,17	0,67	0,27
	ZnO+BaO/SrO	20,5	20,5	20,5	18,5	20,5	20,5	25,0
	Al ₂ O ₃ +CaO+MgO	6,0	6,0	6,0	6,0	2,0	5,5	5,0
Coef. Dil. Térm. (x10 ⁻⁶)		6,8	7,2	6,6	8,0	8,5	6,4	6,5
Ponto de amol. (°C)		560	575	550	555	540	590	550
Resist. Isol. 500°C(MΩ)		450	900	300	550	200	1500	450
Aspecto visual		○	○	○	○	Fissura	Fusão insufici-	○
Espes. cam. vitrif.(μm)		30	50	20	40	30	40	50

* Significa que não está dentro da faixa da presente invenção

TABELA 3

		15	16*	17*	18	19	20	21
Composição (mol %)	SiO ₂	37,0	30,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
	Al ₂ O ₃	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	B ₂ O ₃	25,0	26,0	22,0	27,0	27,0	27,0	27,0
	Na ₂ O	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	K ₂ O	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	Li ₂ O	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	BaO	7,0	3,0	20,0	13,0	13,0	13,0	13,0
	SrO	-	-	-	-	-	-	-
	ZnO	7,0	30,0	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	MoO ₃	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Fe ₂ O ₃	-	-	0,5	-	-	-	-
	WO ₃	-	-	-	-	-	-	-
	Ni ₃ O ₄	-	-	-	-	-	-	-
	Co ₃ O ₄	-	-	-	-	-	-	-
	MnO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	CaO	4,5	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0
	ZrO ₂	1,0	-	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	TiO ₂	1,0	1,0	-	-	-	-	-
	HfO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	MgO	3,0	-	-	-	-	-	-
	Sb ₂ O ₅	-	-	-	0,5	-	-	-
	Bi ₂ O ₃	-	-	-	-	0,5	-	-
	SnO ₂	-	-	-	-	-	0,5	-
	P ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	0,5
	CuO	-	-	-	-	-	-	-
	CeO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	Total	100	100	100	100	100	100	100
	K/(Na+Li+K)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
	Li/(Na+Li+K)	0,27	0,14	0,14	0,27	0,27	0,27	0,27
	ZnO+BaO/SrO	14,0	33,02	31,0	23,0	23,0	23,0	23,0
	Al ₂ O ₃ +CaO+MgO	9,5	1,5	2,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Coef. Dil. Térm. (x10 ⁻⁶)		7,7	6,0	8,7	7,9	7,9	7,9	7,9
Ponto de amol. (°C)		590	530	560	560	550	565	565
Resist. Isol. 500°C(MΩ)		1200	350	1000	900	900	1000	800
Aspecto visual		☉	Semtransp	Fissura	☉	☉	☉	☉
Espes. cam. vitrif.(μm)		40	50	30	40	20	20	50

* Significa que não está dentro da faixa da presente invenção.

TABELA 4

		22	23	23	25*	26*	27*	28
Composição (mol %)	SiO ₂	35,0	35,0	35,0	36,0	36,0	36,0	28,0
	Al ₂ O ₃	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	B ₂ O ₃	27,0	27,0	27,0	28,0	27,0	28,0	34,5
	Na ₂ O	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	0	2,0
	K ₂ O	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	0	4,5
	Li ₂ O	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	7,5	1,0
	BaO	13,0	13,0	13,0	4,5	4,5	4,5	10,0
	SrO	-	-	-	-	-	-	-
	ZnO	10,0	10,0	10,0	16,0	12,0	16,0	16,0
	MoO ₃	1,0	1,0	1,0	-	3,5	1,0	1,0
	Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	2,0	0,5	-
	WO ₃	-	-	-	-	-	-	-
	Ni ₃ O ₄	-	-	-	-	-	-	-
	Co ₃ O ₄	-	-	-	-	-	-	-
	MnO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	CaO	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0	-	1,0
	ZrO ₂	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	-	1,0
	TiO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	HfO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	MgO	-	-	-	-	-	3,5	-
	Sb ₂ O ₅	-	-	-	1,0	-	1,0	-
	Bi ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	SnO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	P ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-
	CuO	0,5	-	-	-	-	-	-
	CeO ₂	-	0,5	-	-	-	-	-
	Cr ₂ O ₃	-	-	0,5	-	-	-	-
	Total	100	100	100	100	100	100	100
	K/(Na+Li+K)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0	0,60
	Li/(Na+Li+K)	0,27	0,27	0,27	0,14	0,27	1,0	0,14
	ZnO+BaO/SrO	23,0	23,0	23,0	20,5	16,5	20,5	26,0
	Al ₂ O ₃ +CaO+Mg	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	5,5	3,0
Coef. Dil. Térm. (x10 ⁻⁶)		7,9	7,9	7,9	7,2	7,2	6,4	7,5
Ponto de amol. (°C)		565	535	565	570	580	540	550
Resist. Isol. 500°C(MΩ)		800	800	800	800	800	50	600
Aspecto visual		☉	☉	☉	Espuma*	SemTranspa transp*	☉	☉
Espes. cam. vitrif.(μm)		40	20	10	30	30	80	40

* Significa que não está dentro da faixa da presente invenção.

TABELA 5

		29*	30	31*	32*	33	34	35
Composição (mol %)	SiO ₂	20,0	40,0	48,0	38,0	38,0	38,0	30,0
	Al ₂ O ₃	4,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0
	B ₂ O ₃	38,0	28,0	25,0	18,0	22,0	22,0	41,0
	Na ₂ O	2,0	1,0	3,0	2,0	1,0	1,0	2,0
	K ₂ O	4,5	5,0	5,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	Li ₂ O	1,0	3,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0
	BaO	5,5	4,5	4,5	7,5	6,5	6,5	4,5
	SrO	-	-	-	-	-	-	-
	ZnO	16,0	15,0	10,0	16,0	16,0	16,0	12,0
	MoO ₃	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	WO ₃	-	-	-	-	-	-	-
	Ni ₃ O ₄	-	-	-	-	-	-	-
	Co ₃ O ₄	-	-	-	-	-	-	-
	MnO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	CaO	4,0	-	-	4,0	4,0	4,0	2,0
	ZrO ₂	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0		1,0
	TiO ₂	2,0	0,5	-	2,0	2,0	2,0	-
	HfO ₂	-	-	-	-	-	1,0	-
	MgO	-	-	-	3,0	-	-	-
	Sb ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-
	Bi ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	SnO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	P ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-
	CuO	-	-	-	-	-	-	-
	CeO ₂	-	-	-	-	-	-	-
	Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-
	Total	100	100	100	100	100	100	100
	K/(Na+Li+K)	0,60	0,56	0,58	0,60	0,60	0,60	0,60
	Li/(Na+Li+K)	0,14	0,33	0,11	0,14	0,27	0,27	0,14
	ZnO+BaO/SrO	21,5	19,5	14,5	23,5	22,5	22,5	16,5
	Al ₂ O ₃ +CaO+MgO	8,0	1,0	1,0	9,0	6,0	6,0	3,0
Coef. Dil. Térm. (x10 ⁻⁶)		7,7	6,9	6,5	7,7	7,5	7,5	6,5
Ponto de amol. (°C)		520	610	640	620	590	590	510
Resist. Isol. 500°C(MΩ)		500	650	600	800	850	850	800
Aspecto visual		Enr-		Fusão	Fusão			Espu.
Espes. cam. vitrif.(μm)		30	30	20	40	40	10	50

* Significa que não está dentro da faixa da presente invenção.

De acordo com o resultado acima, observa-se que, mesmo praticamente sem a presença de Pb, através de seleção de composição do vitrificante da presente invenção acima mencionada, é possível realizar vitrificação a uma temperatura relativamente
5 baixa, e ainda, assegurar isolamento satisfatório. E além disso, o aspecto visual da superfície vitrificada também é geralmente plenamente aceitável.

REIVINDICAÇÕES

1 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” dotada de isolador (2) constituído de cerâmica de alumina, posicionado entre o eletrodo central (3) e o castelo metálico (1), caracterizado por pelo menos uma
 5 parte da superfície do dito isolador (2) encontrar-se revestida da camada do vitrificante (2d) constituída basicamente de óxidos, que contém 1 mol% no máximo de Pb convertido em PbO, 25 a 45 mol% de Si em SiO₂, e 20 a 40 mol% de B em B₂O₃, 5 a 25 mol% de Zn em ZnO e 0,5 a 15 mol% no total de Ba e/ou Sr respectivamente em BaO e SrO, além disso, como metais alcalinos, no mínimo 1 ou 2 elementos dentre Na, K e Li, sendo K indispensável,
 10 respectivamente em Na₂O, K₂O e Li₂O, no total de 5 a 10 mo%, e também pelo fato de conter no total 0,5 a 5 mol% no mínimo 1 ou 2 elementos, dentre Mo, W, Ni, Co, Fe, e Mn, respectivamente em MoO₃, WO₃, Ni₃O₄, Co₃O₄, Fe₂O₃ e MnO₂.

2 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por no tocante ao componente
 15 presente do metal alcalino contido na dita camada do vitrificante (2d), apresentar o K em maior quantidade.

3 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado por a dita camada do vitrificante (2d) abranger no total, 0,5 a 5 mol% de no mínimo 1 ou 2 elementos,
 20 dentre Ti, Zr e Hf, em respectivos óxidos, TiO₂, ZrO₂ e HfO₂.

4 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por a dita camada do vitrificante (2d) conter no total, 0,5 a 5 mol% de no mínimo 1 ou 2 elementos, dentre Ti, Zr e Hf, em respectivos óxidos TiO₂, ZrO₂ e HfO₂.

5 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado por a dita camada do vitrificante (2d) contém 3 componentes, ou seja, Li, Na e K como metais alcalinos, cuja composição satisfaz a relação $n\text{Na}_2\text{O} \leq n\text{Li}_2\text{O} \leq n\text{K}_2\text{O}$ considerando-se $n\text{Li}_2\text{O}$, a quantidade de moles total quando se converte em óxido Li₂O, $n\text{Na}_2\text{O}$ a quantidade molar de componente
 30 Na em óxido de Na₂O e $n\text{K}_2\text{O}$ a quantidade de moles do componente K em K₂O.

6 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por incluir o componente Si e/ou B como componentes estruturais do vidro, e também pelo fato de encerrar 3 componentes, ou seja, Li, Na e K como metais alcalinos, cuja composição atende a relação
 35 $n\text{Na}_2\text{O} < n\text{Li}_2\text{O} < n\text{K}_2\text{O}$, considerando-se Li₂O, a quantidade de moles total quando se converte em óxido Li₂O, $n\text{Na}_2\text{O}$ a quantidade de moles de

componente Na em óxido de Na_2O e $n\text{K}_2\text{O}$ a quantidade de moles do componente K em K_2O .

7 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado por a dita camada do vitrificante (2d) compreende o componente K, e considerando-se R os componentes de metais alcalinos constituídos de no mínimo 2 elementos, sendo um K e os outros a serem escolhidos dentre um conjunto de Li, Na e K, a relação $n\text{K}_2\text{O}/n\text{R}_2\text{O}$ encontra-se ajustada em 0,4 a 0,8, considerando-se $n\text{R}_2\text{O}$ a quantidade de moles total convertida em óxido de fórmula R_2O , e $n\text{K}_2\text{O}$ a quantidade de moles do componente K em óxido K_2O .

8 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado por a dita camada do vitrificante (2d) abarca o componente Li, e considerando-se R, os componentes de metais alcalinos constituídos de no mínimo 2 elementos, sendo um Li e os outros a serem escolhidos dentre um conjunto de Li, Na e K, a relação $n\text{Li}_2\text{O}/n\text{R}_2\text{O}$ encontra-se ajustada em 0,2 a 0,5, reputando-se $n\text{R}_2\text{O}$ a quantidade de moles total convertida em óxido de fórmula R_2O , e $n\text{Li}_2\text{O}$ a quantidade de moles do componente de Li em Li_2O .

9 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por a dita camada do vitrificante (2d) perfaz no total 10 a 30 mol% de componentes Zn, Ba e/ou Sr, em respectivos óxidos, ZnO , BaO e SrO .

10 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, onde, na dita camada do vitrificante contém no total, 0,1 a 15 mol% de no mínimo 1 ou 2 elementos dentre 0,1 a 10 mol% de Al em Al_2O_3 , 0,1 a 10 mol% de Ca em CaO , e 0,1 a 10 mol% de Mg em MgO .

11 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado por a dita camada do vitrificante (2d) abrange no total, 5 mol% no máximo, de 1 ou 2 elementos no mínimo, dentre Bi, Sn, Sb, P, Cu, Ce e Cr convertidos respectivamente em óxidos, Bi_2O_3 , SnO_2 , Sb_2O_5 , P_2O_5 , CuO , CeO_2 e Cr_2O_3 .

12 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado por na posição intermediária do sentido da linha axial do dito isolador (2), encontra-se a região saliente que circunda a sua face externa, e, considerando-se lado anterior, o lado voltado para a ponta do dito eletrodo central (3), em relação ao referido sentido da linha axial, a face do contorno externo do terminal base do corpo do isolador (2), que se aproxima do lado posterior, em relação à região saliente citada, possui formato cilíndrico, em que o contorno externo do referido terminal base está revestido com amada do vitrificante (2d), com uma espessura de 7 a 50 μm .

13 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado por no interior do furo passante (6) do isolador (2), é dotada do terminal metálico (13) em forma de eixo, constituindo monobloco com o dito eletrodo central (3), ou, separado do eletrodo central (3), por meio das camadas de ligação eletrocondutora (16) e (17), e onde, o valor da resistência de isolamento medido, quando se conduz eletricidade no intervalo entre o dito terminal metálico (13), e o dito castelo metálico (1), intermediado pelo dito isolador (2), mantendo-se todo o corpo da referida vela de ignição a aproximadamente 500°C, apresenta no mínimo 400 MΩ.

14 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado por o dito isolador (2), ser constituído de material isolante à base de alumina, compreendendo 85 a 98% mol% de Al em peso de óxido de Al_2O_3 , e em consideração ao dito vitrificante, no coeficiente de dilatação térmica médio do dito vitrificante, na faixa de temperatura de 20 a 350°C, apresenta de $5 \times 10^{-6} / ^\circ C$ a $8,5 \times 10^{-6} / ^\circ C$.

15 – “VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ” de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado por no ponto de amolecimento da camada do dito vitrificante, apresentar de 520 a 620 °C.

Figura -1-

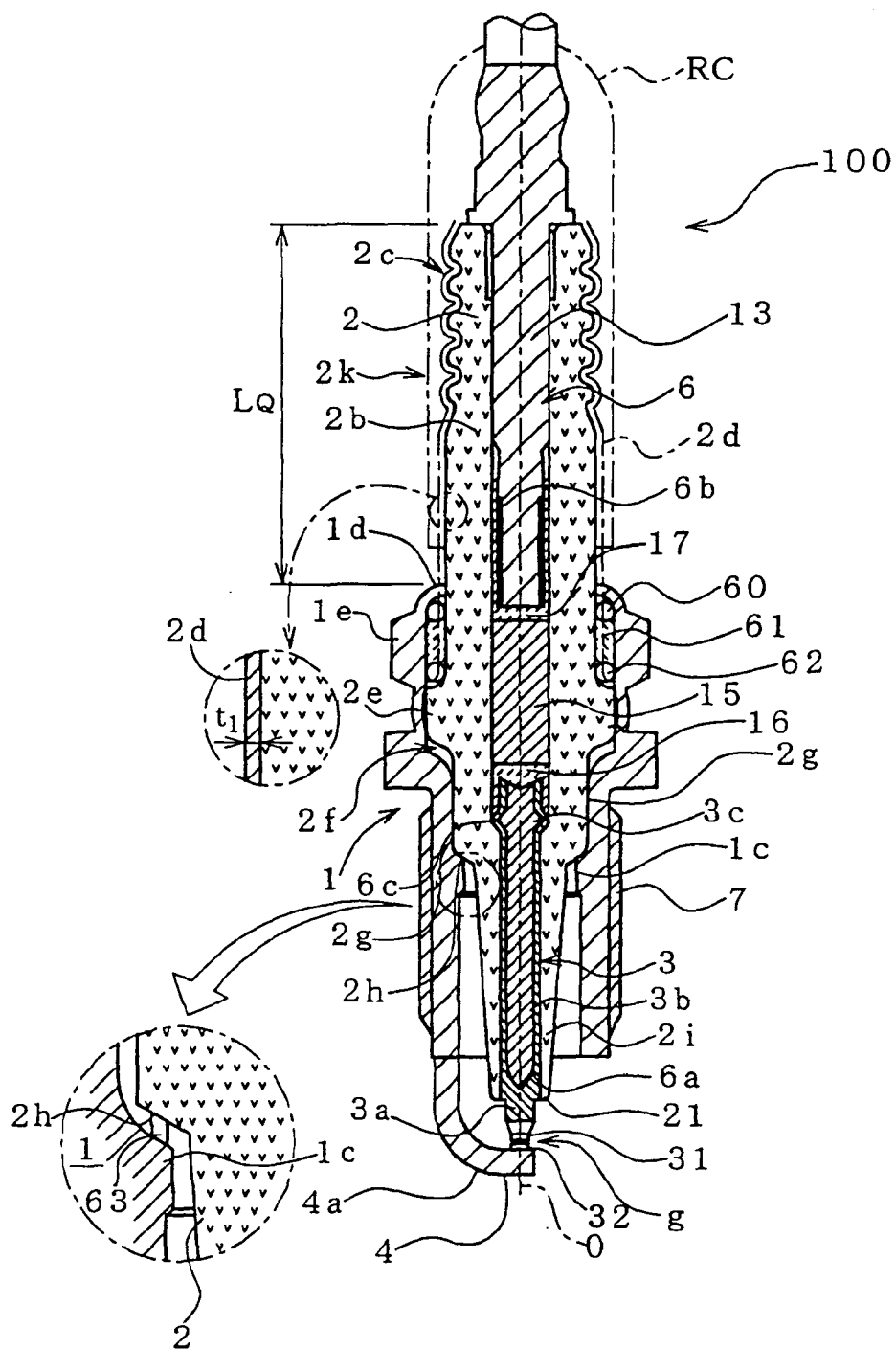


Figura -2-

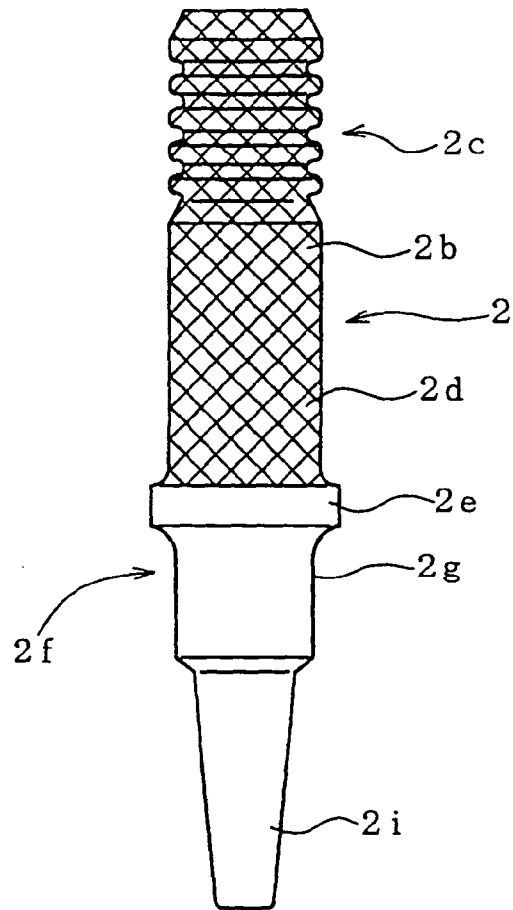


Figura -3-

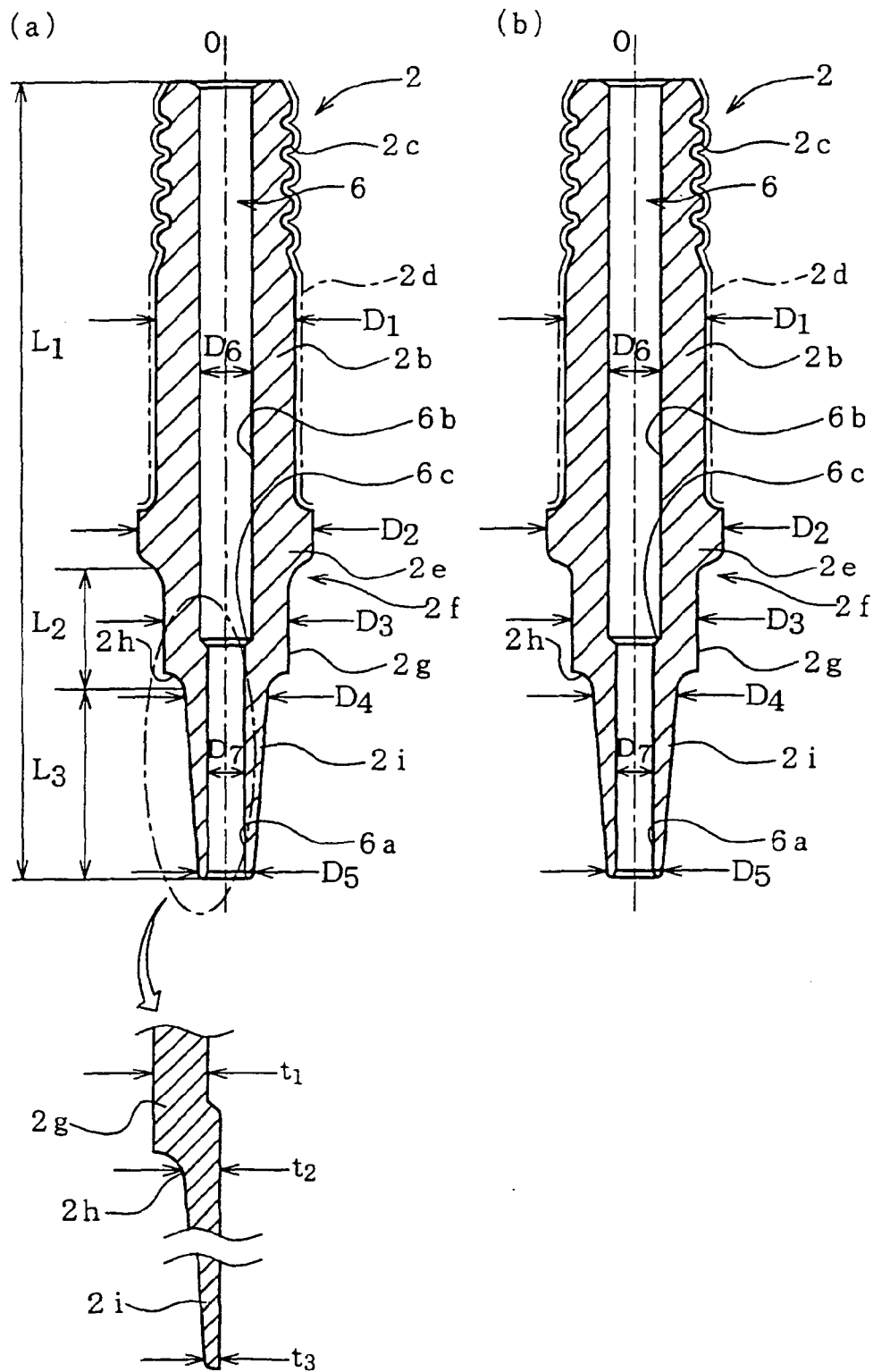


Figura -4-

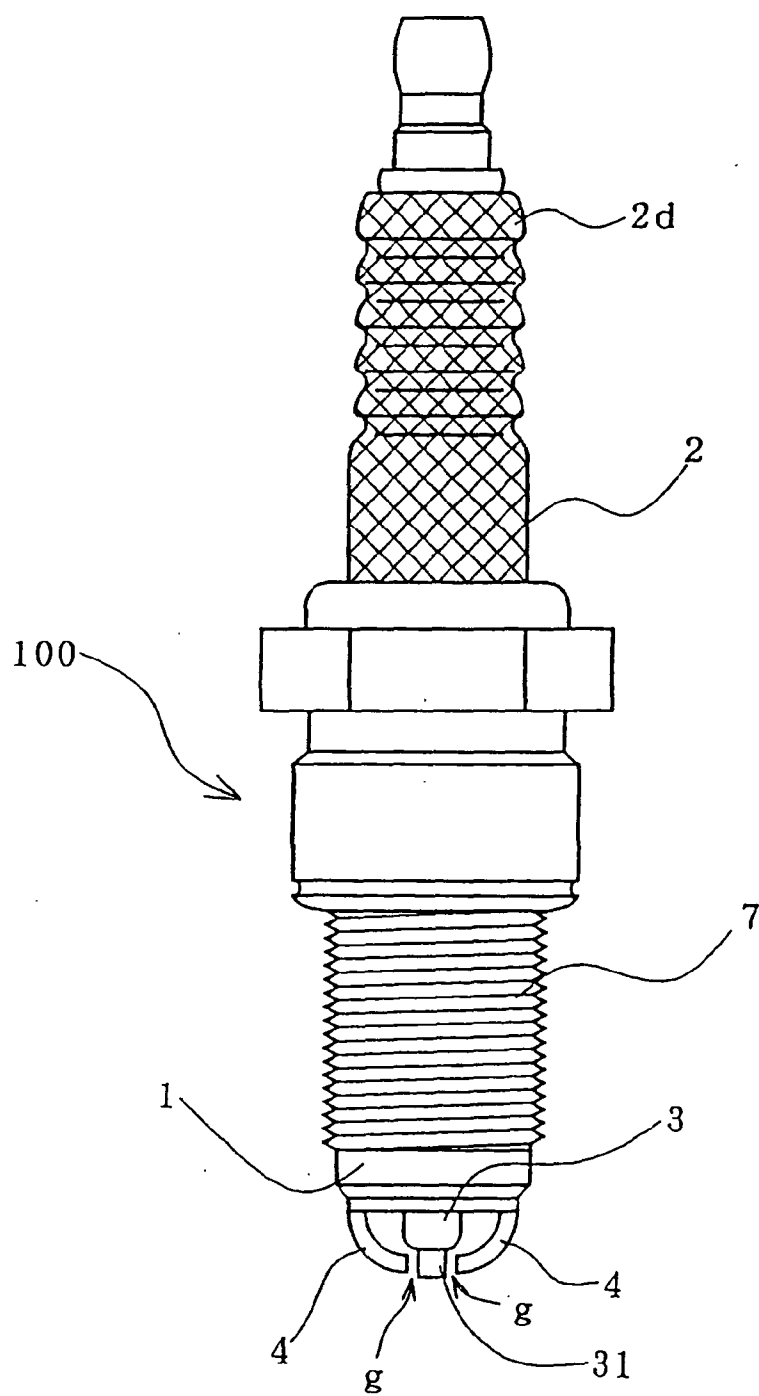
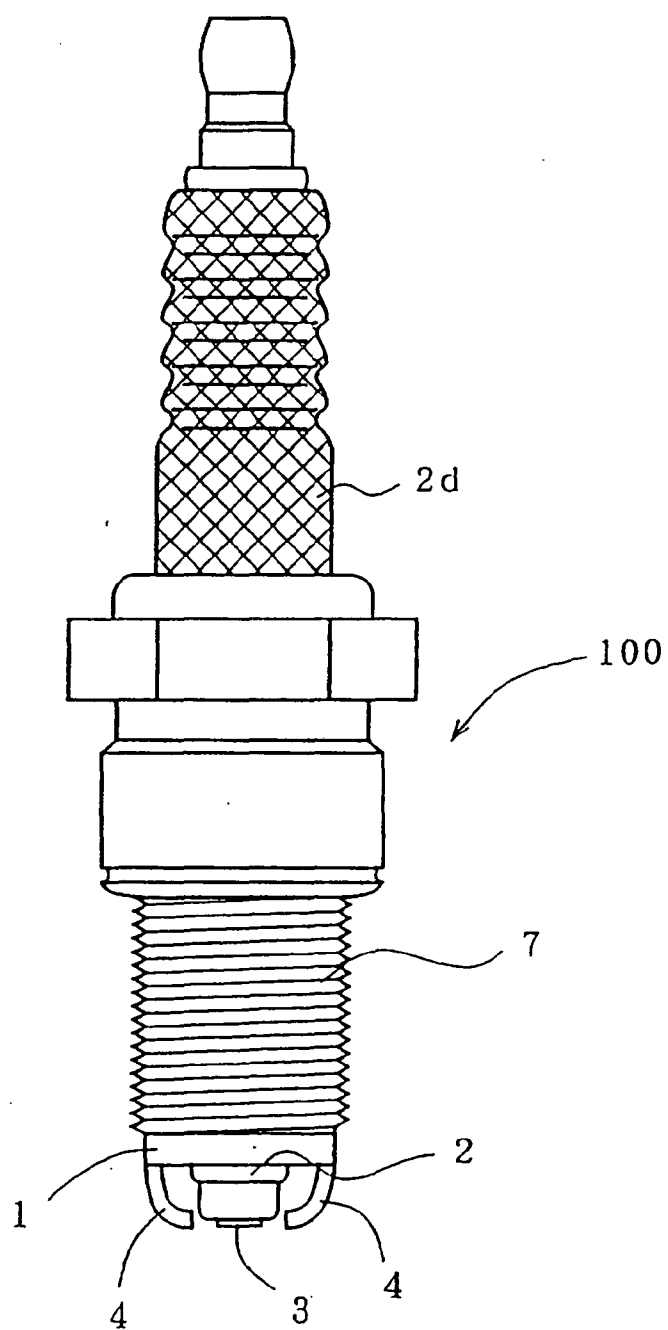


Figura -5-



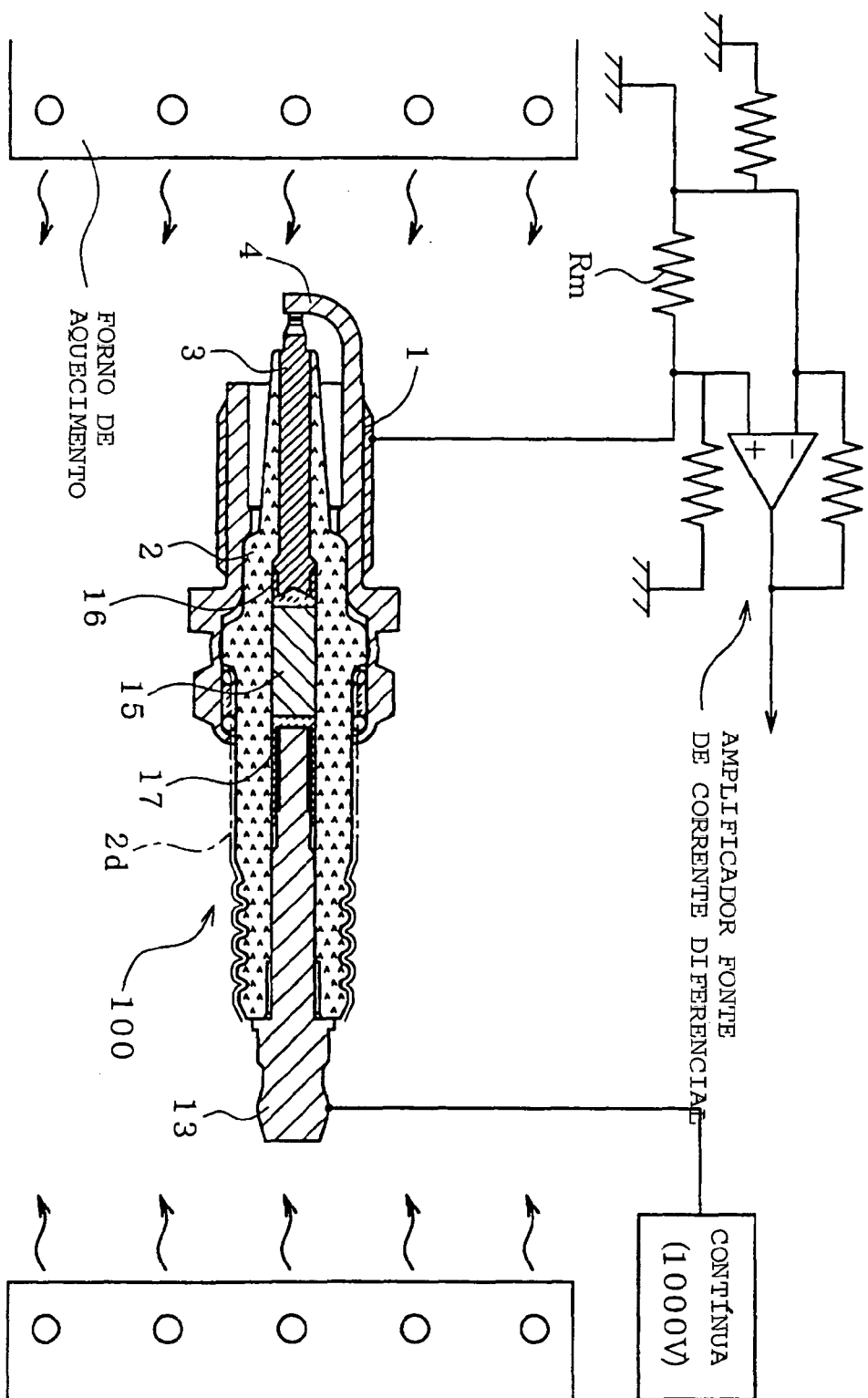


Figura -6-

Figura -7-

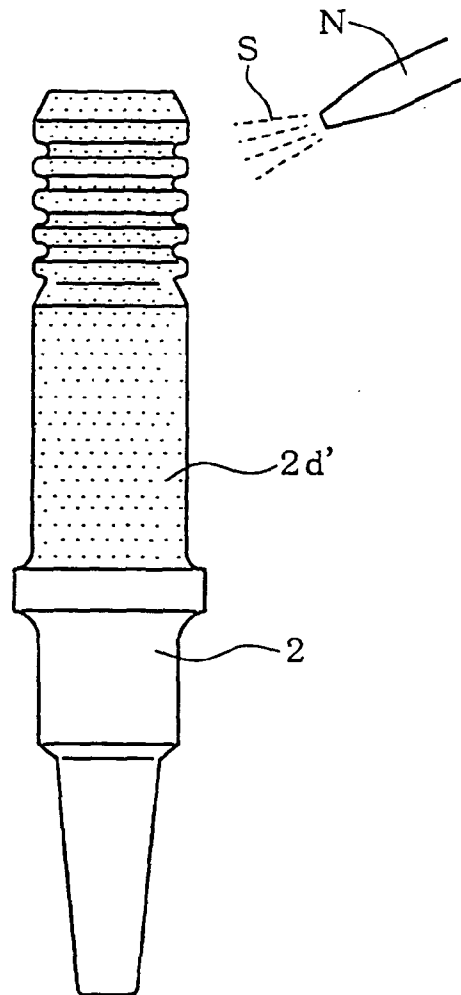


Figura -8-

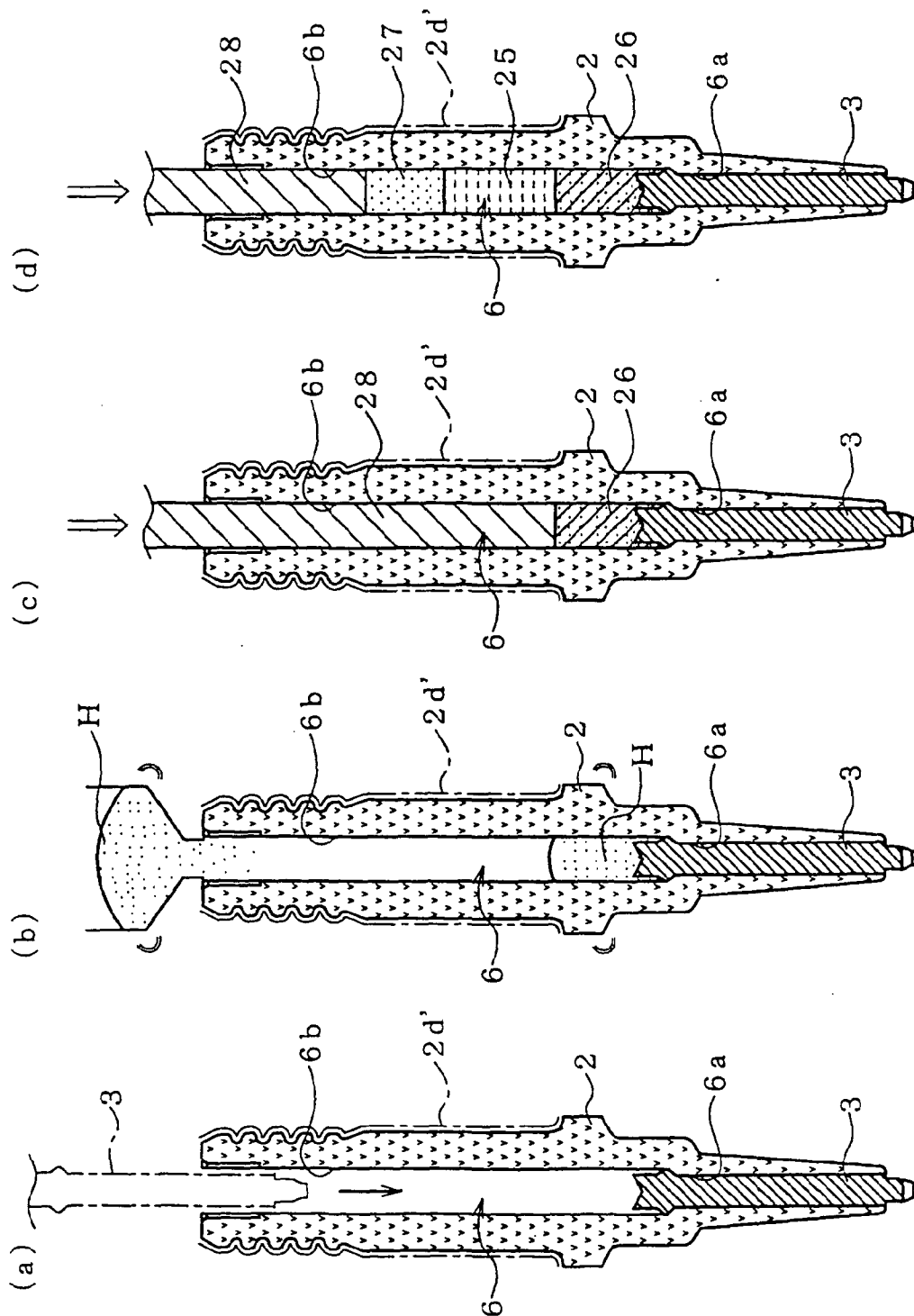
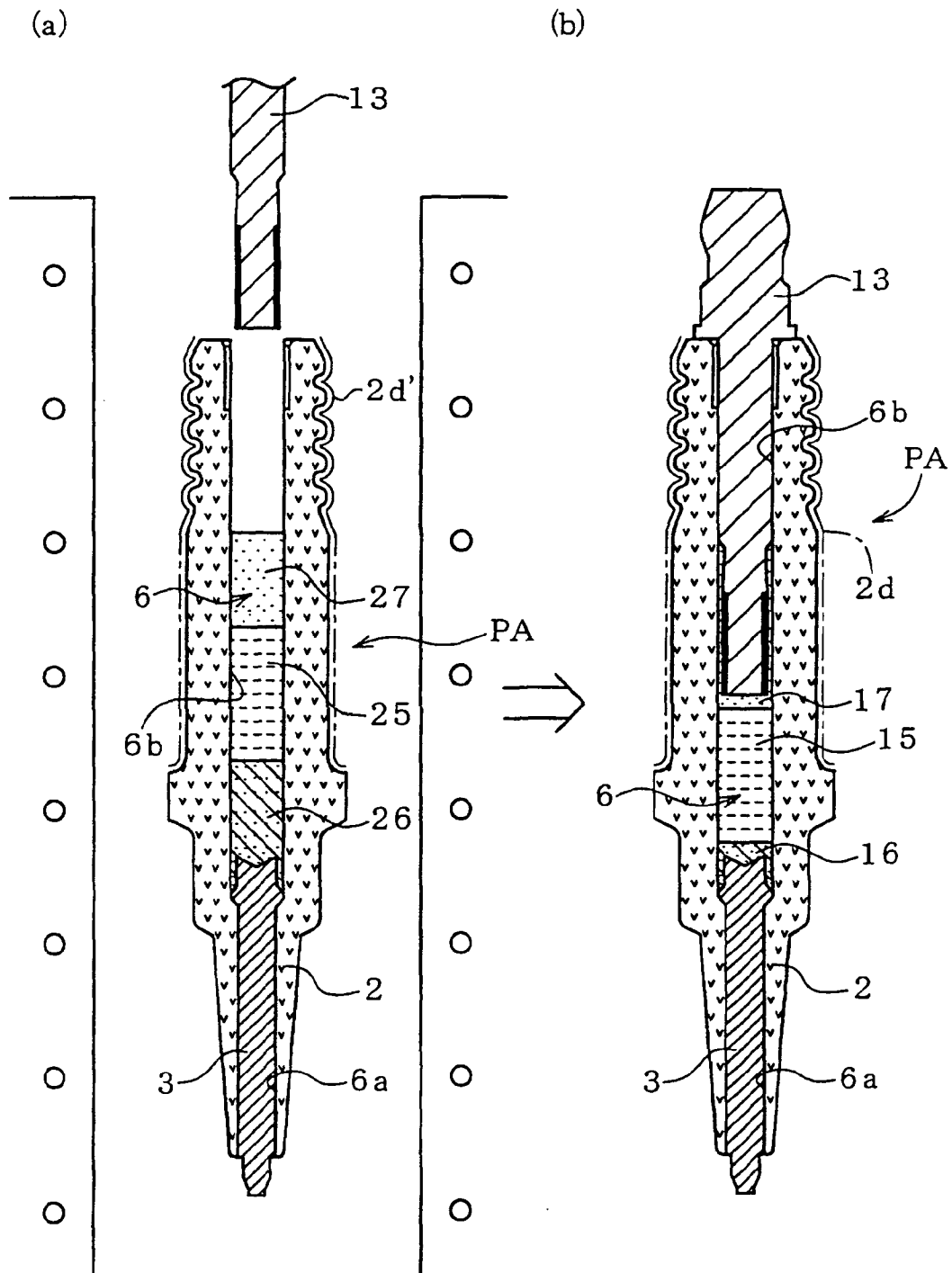


Figura -9-



RESUMO

"VELA DE IGNIÇÃO CONTENDO 1MOL% OU MENOS DE CHUMBO EM SEU VERNIZ"

A presente invenção refere-se à vela de ignição utilizada, por exemplo, no motor de combustão interna atinente aos veículos
5 automotivos.

A vela de ignição precipuamente é constituída do castelo metálico (1), que atribuí como polo de contacto, abriga isolador (2) cerâmico à base de alumina e por sua vez, dentro do qual resguarda-se o eletrodo central (3). Aplica-se a tensão entre o eletrodo
10 central (3) e eletrodo lateral (4), que é a extensão do castelo (1), para importar centelhas na folga (g) existente entre a extremidade do eletrodo central (3) e do lateral (4), o que ocorre ordinariamente. Em condições especiais de funcionamento do motor pode ter falhas na ignição promovida pela carência de centelhamento,
15 por "*flash over*", devido a uma série de fatores, tais como aumento excessivo de temperatura de operação ou impregnação de corpos estranhos na superfície do verniz ou problema de qualidade estrutural no tocante à resistência, obstando centelhamento normal. Há, por outro lado o fator impeditivo do uso de verniz com chumbo,
20 bo, largamente em uso corrente, principalmente, pela questão ambiental. A presente invenção visa substituir o chumbo com outros elementos na constituição do verniz, em quase sua totalidade, e ao mesmo tempo aumentar a performance da vela de ignição pertinente à ignição pelo centelhamento.