



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

(21) **PI 0713732-0 A2**

(22) Data de Depósito: 18/06/2007  
(43) Data da Publicação: 30/10/2012  
(RPI 2182)



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

(54) **Título:** VELA DE IGNIÇÃO

(30) **Prioridade Unionista:** 15/06/2007 US 11/763786,  
16/06/2006 US 60/814369

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

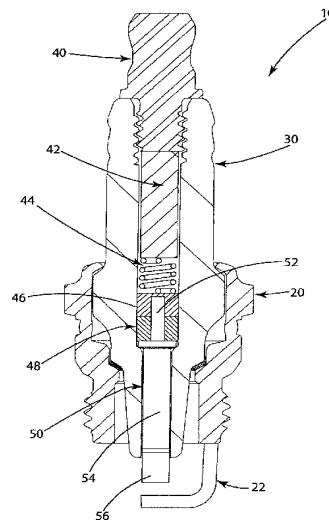
(72) **Inventor(es):** John W. Hoffman

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2007071426 de  
18/06/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/147154de  
21/12/2007

(57) **Resumo:** VELA DE IGNIÇÃO. É descrita uma vela de ignição que tem uma vedação de vidro formada de um primeiro material de vidro e de um segundo material de vidro. O primeiro material de vidro tem uma temperatura de transição vítrea/ponto de amolecimento que é maior que a temperatura de transição vítrea/ponto de amolecimento do segundo material de vidro. O primeiro material de vidro e o segundo material de vidro formam uma matriz e, quando combinados com uma carga, têm taxas de expansão térmica e propriedades que se aproximam de vidro com chumbo.



## “VELA DE IGNIÇÃO”

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

Este pedido reivindica prioridade para o pedido provisório US número de série 60/814.369, depositado em 16 de junho de 2006, que é aqui  
5 incorporado como referência.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

A presente invenção diz respeito a uma vela de ignição para um motor de combustão interna a vela e, mais particularmente, a uma vela de ignição que tem uma vedação hermética em torno de um eletrodo central  
10 interior construído usando um material de vedação sem chumbo.

Uma vela de ignição é um dispositivo que se estende ao interior da câmara de combustão de um motor de combustão interna e produz uma centelha para inflamar a mistura de ar e combustível. Em operação, potenciais elétricos de até cerca de 40.000 volts são aplicados através do  
15 elemento central da vela de ignição, fazendo assim com que a centelha salte a folga entre o eletrodo central e o eletrodo terra oposto.

Projetos de velas de ignição de resistor/supressor interno são bem conhecidos e têm sido aplicados com sucesso por muitos anos. Um elemento chave do projeto de vela de ignição bem sucedido é uma vedação  
20 hermética entre o eletrodo central e o furo interno do elemento isolante da vela de ignição. Durante operação em um motor, a parte distal do isolamento e o eletrodo central serão expostos a altas pressões geradas na câmara de combustão, bem como as elevadas temperaturas geradas pelo processo de combustão. Uma vedação hermética, capaz de suportar as temperaturas e  
25 pressões de gás geradas na câmara de combustão durante a vida útil da vela de ignição, é essencial. A vedação tem que impedir a entrada de gases pressurizados quentes provenientes da câmara de combustão na parte superior da vela de ignição, já que tais gases danificarão os elementos do resistor/indutor discreto, etc. e tornarão a vela de ignição não funcional. Em

casos extremos, danos podem também ocorrer em outras partes relacionadas da vela de ignição (toco terminal) e no motor de um modo geral (arames da vela de ignição, etc.).

Uma vela de ignição exemplar está ilustrada na figura 1 tendo  
5 uma vedação de vidro hermética entre o isolante e o conjunto do eletrodo central. O uso de tais vedações vítreas é bem conhecido na indústria, já que a vedação de vidro fornece uma vedação hermética para impedir o escape de vários gases da câmara de combustão. Até recentemente, o vidro usado entre o isolante e o conjunto do eletrodo central continha grandes porções de  
10 chumbo e óxido de chumbo, tal como preceituado pela patente U.S. 2.898.395 de Schurecht. Em algumas velas de ignição, os óxidos de chumbo são 50% em peso ou mais do material de vedação de vidro. O uso de tais quantidades substanciais de chumbo é tecnicamente desejável, já que tal vidro com chumbo melhora a trabalhabilidade e robustez do material de vedação de  
15 vidro e da vela de ignição. Um material de vedação de vidro com vários vidros contendo chumbo forneceu benefícios durante o processo de fabricação, incluindo melhor fusão do vidro nos materiais cerâmicos em volta e arames de metal a baixas temperaturas de processo de vedação e ligações robustas e confiáveis nos materiais cerâmicos. Além disso, vidro com chumbo  
20 se ligou bem nos metais. Um outro benefício de vidros contendo chumbo foi que, à medida que o pó de vidro era aquecido, a viscosidade do vidro variava minimamente com a temperatura nas faixas de temperatura de processo, permitindo variabilidade no processo de fabricação sem efeito detrimental nas velas de ignição resultantes. Todos os benefícios citados de vidro com  
25 chumbo permitiram uma fabricação fácil de velas de ignição confiáveis.

Por causa das recentes restrições e legislações ambientais e de segurança nas indústrias automotivas e de vidro, o uso de materiais com chumbo na construção de vela de ignição não é mais desejável, a despeito das vantagens citadas. As mudanças nas restrições ambientais e de segurança

também causaram significativo aumento nos custos de materiais de vidro com chumbo. Portanto, a maioria dos fabricantes de vela de ignição estão tentando interromper ou limitar a quantidade de chumbo usado em vedações vítreas herméticas entre o isolante e o eletrodo central. Portanto, é desejável um vidro sem chumbo que: (1) pode ser processado a temperaturas similares às do vidro com chumbo, (2) é robusto com relação ao processamento, (3) liga bem nos metais e isolantes usados na construção da vedação, e (4) usa processos similares ao processo existente.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

10 A presente invenção está voltada para um material de vedação de vidro sem chumbo. O material de vedação de vidro é formado de uma mistura de dois pós de vidro sem chumbo com diferentes temperaturas de transição vítrea e pontos de amolecimento. Misturando-se esses dois vidros sem chumbo, a matriz de vidro resultante imita as características desejáveis de  
15 vidro com chumbo.

A vela de ignição em geral inclui uma vedação de vidro não condutora com uma mistura de duas formulações de vidro, em que cada uma das ditas formulações de vidro é substancialmente sem chumbo. O material de vidro é ainda substancialmente sem as partículas condutoras e forma uma  
20 vedação hermética entre o dito isolante e o dito arame de passagem.

A vela de ignição também inclui um arame de passagem isolante e uma vedação de vidro formada de um primeiro pó de vidro e um segundo pó de vidro, em que os ditos primeiro e segundo pós de vidro têm diferentes composições e em que o primeiro e segundo pós de vidro são  
25 substancialmente sem chumbo. O arame de passagem estende-se através da vedação de vidro, com a vedação de vidro formando uma vedação hermética entre o isolante e o arame de passagem.

A vela de ignição pode também incluir uma vedação de vidro formada de um primeiro material de vidro e um segundo material de vidro, o

dito primeiro material de vidro tendo uma primeira temperatura de transição vítrea e o dito segundo material de vidro tendo uma segunda temperatura de transição vítrea.

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

### DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

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

15 A figura 1 é uma vista seccional de uma vela de ignição.

### DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

Uma vela de ignição 10 está ilustrada na vista seccional  
exemplar de uma vela de ignição na figura 1. A presente invenção pode ser  
usada com qualquer configuração de uma vela de ignição que tem uma  
20 vedação de vidro hermética entre o isolante e o eletrodo central, e a vela de  
ignição exemplar mostrada na figura 1 tem propósitos ilustrativos. A vela de  
ignição 10 inclui uma casca externa 20 que tem um eletrodo terra 22 preso em  
um isolante 30. O isolante 30 tem um furo central no qual situa-se um  
terminal 40, um resistor 42 e uma mola 44. Um material condutor 46 e um  
25 material de vedação de vidro 48 fornecem uma vedação entre o eletrodo  
central 50 e o isolante 30. Mais especificamente, o eletrodo central 50 inclui  
uma ponta 56 voltada para o eletrodo terra 22, uma parte central 54 e uma  
passagem 52 que se estende através do material de vidro 48 e no material  
condutor 46. A passagem 52 tipicamente é construída de um material metálico

de baixa expansão que tem uma expansão térmica menor ou aproximadamente igual ao isolante cerâmico 30. Um exemplo de um material de baixa expansão é um material formado de F2-Ni29Co17. O material de vidro 48 e o material condutor 46 criam uma vedação para selar hermeticamente a cavidade central e, mais especificamente, fornecer uma vedação entre o eletrodo central 50 e o terminal 40 através da passagem 52. O material de vidro 48 é um material não condutor, de maneira tal que a vedação de vidro não é projetada como parte da estrutura do eletrodo para levar corrente da extremidade do terminal até a ponta de ignição 56. Mais especificamente, o material de vidro age como uma vedação hermética, e a corrente é transportada pela passagem de alimentação 52. Portanto, o material de vidro não é parte do circuito, e corrente passa através do arame de passagem 52.

O material de vidro 48 é formado de um primeiro material de vidro e de um segundo material de vidro. Uma carga é também incluída no material de vidro 48 e um aglutinante, tais como argilas minerais, é também incluída para agir como um aglutinante e promover expansão durante a queima. O produto final na vela de ignição tem uma vedação de vidro que é uma matriz do primeiro material de vidro e do segundo material de vidro combinados com a carga como um agregado. Para imitar as propriedades de vidro com chumbo, os inventores observaram que um material de vidro sem chumbo simples não funciona tão bem quanto um vidro com chumbo, mas, entretanto, observaram que um material de vidro sem chumbo que tem duas temperaturas de transição e pontos de amolecimento pode ser ajustado para imitar as propriedades positivas de vidro com chumbo com mínimos aspectos negativos. Portanto, o primeiro material de vidro tem uma temperatura de transição vítrea e ponto de amolecimento diferentes do segundo material de vidro. O primeiro material de vidro é em geral formado de diferentes componentes e em diferentes quantidades de compostos do segundo material

de vidro. O primeiro material de vidro exemplar pode ser visto na tabela 1 e a porcentagem em peso visada é exemplar, já que o primeiro material de vidro pode incluir uma faixa de qualquer elemento particular listado na tabela 1 e não está limitado à porcentagem em peso específica listada.

5 **Tabela 1 – Componentes do Primeiro Material de Vidro**

<b>Componente</b>	<b>Visado (% em peso)</b>
SiO <sub>2</sub>	21,9
Br <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,6
Na <sub>2</sub> O	0,7
K <sub>2</sub> O	0,25
Li <sub>2</sub> O	5,4
CaO	0,3
SrO	11,8
BaO	0,3

Embora a tabela 1 anterior forneça uma porcentagem em peso visada, esses elementos podem ser usados em faixas específicas. O primeiro material de vidro inclui 19% a 24,5% de silício, preferivelmente 19,9 a 23,9% de dióxido de silício e, mais preferivelmente, 21,4% a 22,4% de dióxido de silício em peso, e mais preferivelmente 21,4% a 22,4% de dióxido de silício em peso. O primeiro material de vidro pode também incluir 35% a 41% em peso de trióxido de boro, preferivelmente 36,3% a 40,3% em peso de trióxido de boro e, mais preferivelmente 38% a 38,5% em peso de trióxido de boro. O primeiro material de vidro também inclui Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> que, tipicamente na presente invenção estaria presente em aproximadamente 19% a 24% em peso, preferivelmente 20% a 23,5% em peso e mais preferivelmente 21% a 22% em peso. O primeiro material de vidro também inclui Na<sub>2</sub>O em menos de 2%, preferivelmente menos que aproximadamente 1,5% e mais preferivelmente menos que 0,8%. O primeiro material de vidro tipicamente inclui pelo menos 0,1% de Na<sub>2</sub>O e mais particularmente 0,5% em peso de Na<sub>2</sub>O. Composição química exemplar do primeiro vidro inclui adicionalmente K<sub>2</sub>O em um teor de menos de 0,8% em peso, mais particularmente menos que aproximadamente 0,3% e ainda mais particularmente 0,1% a 0,3%. Também

incluído no primeiro material de vidro é  $\text{Li}_2\text{O}$  na quantidade de aproximadamente 4% a 7% em peso, particularmente 3,4% a 6,4% em peso, e mais particularmente 4,5% a 6% em peso de  $\text{Li}_2\text{O}$ . O material de vidro também inclui  $\text{CaO}$  na quantidade de aproximadamente menos que 0,8% em peso, particularmente menos que aproximadamente 0,5% em peso, e mais particularmente 0,1% a 0,5% em peso. O primeiro material de vidro inclui aproximadamente menos que 0,8% em peso de  $\text{BaO}$ , particularmente menos que 0,5% em peso de  $\text{BaO}$ , e ainda mais particularmente aproximadamente 0,1% a 0,5% em peso de  $\text{BaO}$ . O primeiro material de vidro pode conter  $\text{SrO}$  em um teor de aproximadamente 7% a 19%, particularmente 10% a 15%, e mais particularmente 10,8% a 12,8% em peso. Todos os elementos e faixas citados dos elementos estão listados como porcentagem em peso dos componentes individuais em relação ao peso total do primeiro material de vidro.

15 Certamente, outros elementos podem estar presentes no primeiro material de vidro em quantidades traços, tais como  $\text{ZnO}$  e  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  e ferro ou  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Em geral, com propósitos deste pedido, os elementos citados dos quais quantidades traços podem estar presentes estão em geral presentes em menos que 0,1% em peso e não são introduzidos deliberadamente. O vidro é substancialmente sem elementos tais como  $\text{Pb}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{Cr}$  e  $\text{Cd}$ , e esses materiais não são introduzidos deliberadamente no primeiro material de vidro. Entretanto, os elementos citados podem estar presentes por causa da contaminação de fabricação, embora não introduzidos deliberadamente, mas, para ser considerado substancialmente sem nenhum  
20 desses elementos, o primeiro material de vidro terá menos que 100 ppm de  $\text{Pb}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{Cr}$  e  $\text{Cd}$ .

Os materiais usados para formar o primeiro material de vidro são apenas exemplares e, na tabela 1 anterior, os valores visados e porcentagens em peso dados são faixas aproximadas, e podem variar. Os reais

componentes do vidro podem também variar. Por exemplo, um vidro com uma temperatura de transição vítrea e temperatura de amolecimento similar pode incluir um máximo, ou um mínimo, ou um peso visado que é diferente da faixa estabelecida, ou pode ter menos ou mais componentes adicionais. Os inventores observaram que o material de vidro com os componentes citados e

5 aproximadamente entre as faixas de peso mínima e máxima fornece uma temperatura de transição vítrea e ponto de amolecimento desejáveis, quando combinado com o segundo material de vidro, listado a seguir na tabela 2.

Um material de vidro com os materiais e porcentagens em

10 peso referidos encontrados na tabela 1 no geral tem uma temperatura de transição vítrea e ponto de amolecimento de aproximadamente 520°C mais ou menos 30°C, medidos por calorimetria de varredura diferencial. O material de vidro da tabela 1 também tem um coeficiente de expansão térmica de aproximadamente 6,2 ppm/°C para a faixa de temperatura de

15 aproximadamente 25 a 260°C medido por um dilatômetro. O material de vidro referido é formado e processado para ter um tamanho de partícula de forma que aproximadamente 95% em massa do material de vidro possam passar por uma malha 200 (série padrão de peneiras americanas) em um teste de peneira de acordo com a ASTM C-92. Para permitir uma melhor mistura

20 das partículas de vidro antes de cada um do primeiro e segundo materiais de vidro serem fundidos, os inventores tiveram tipicamente aproximadamente 98% de taxa de passagem em massa por uma peneira 200 do padrão U.S.

O segundo material de vidro é preparado similarmente ao primeiro material de vidro, mas tem propriedades e materiais que são um

25 pouco diferentes. Os componentes que formam o segundo material de vidro exemplar podem ser encontrados na tabela 2 e a porcentagem em peso visada é exemplar, já que o segundo material de vidro pode incluir uma faixa de qualquer elemento particular listado na tabela 2, e não está limitado à porcentagem em peso específica listada.

**Tabela 2 – Propriedades do Segundo Material de Vidro**

Componente	Visado (% em peso)
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	45
SiO <sub>2</sub>	2,5
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,5
ZnO	27,5

O segundo material de vidro contém pesos visados exemplares citados e tipicamente os componentes que formam o segundo material de vidro foram considerados com excelentes propriedades de vedação de vidro, quando combinados com o primeiro material para as faixas seguintes. As faixas seguintes são exemplares e podem fornecer as propriedades desejadas fora das faixas, entretanto; os inventores observaram que as faixas exemplares seguintes fornecem materiais de vidro com propriedades desejáveis suficientes. O segundo material de vidro inclui Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> em um teor de aproximadamente 40% a 55%, particularmente 42% a 50%, mais particularmente 43% a 48% de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. O segundo material de vidro minimiza a quantidade de dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>) presente, entretanto, pode incluir até 10% de dióxido de silício, particularmente menos que aproximadamente 8% e ainda mais particularmente menos que aproximadamente 5% de dióxido de silício em peso. O primeiro material de vidro pode ser substancialmente sem dióxido de silício, entretanto, nas formulações exemplares formadas pelos inventores, os inventores observaram que o segundo material de vidro com pelo menos 0,5%, particularmente 1%, e mais particularmente pelo menos 2% fornece um material de vidro com características substancialmente desejáveis como uma vedação de vidro, quando combinados com o primeiro material de vidro citado. O segundo material de vidro também inclui aproximadamente 20% a 35% em peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, particularmente 21% a 29% em peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, mais particularmente 21% a 27% em peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, e ainda mais particularmente 21% a 24% em peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. O segundo material de vidro também inclui menos que 1% em peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, particularmente menos de 0,3% em peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, e ainda mais particularmente menos de 0,1% em

peso de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . O segundo material de vidro também inclui aproximadamente 23% a 33% em peso de  $\text{ZnO}$ , particularmente 25% a 30% de  $\text{ZnO}$ , mais particularmente 26% a 29% em peso em  $\text{ZnO}$  e ainda mais particularmente 27% a 28% em peso de  $\text{ZnO}$ . As faixas citadas são dadas em porcentagem em peso dos elementos individuais em função do peso total do segundo material de vidro.

Certamente, outros elementos podem estar presentes no primeiro material de vidro em quantidades traços, tais como  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  e ferro ou  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Em geral, com propósitos deste pedido, os elementos citados dos quais quantidades traços podem estar presentes estão geralmente presentes em menos de 0,1% em peso e não são deliberadamente introduzidos. O segundo material de vidro é substancialmente sem os elementos tais como  $\text{Pb}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{Cr}$  e  $\text{Cd}$ , e esses materiais não são deliberadamente introduzidos no segundo material de vidro. Entretanto, os elementos citados os quais o vidro substancialmente não os contém podem estar presentes por causa de contaminações de fabricação, embora não deliberadamente introduzidos, para ser considerado substancialmente se nenhum desses elementos, o segundo material de vidro terá menos que 100 ppm de qualquer desses elementos ( $\text{Pb}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{Cr}$  e  $\text{Cd}$ ).

Como com o primeiro material de vidro, o segundo material de vidro pode também variar em uma porcentagem em peso e nos componentes incluídos. Os inventores observaram que o segundo material de vidro exemplar com os componentes da tabela 2 ou em dadas faixas citadas fornece uma segunda temperatura de transição vítrea e ponto de amolecimento desejáveis quando usados com o primeiro material de vidro exemplar.

O segundo material de vidro exemplar tem uma temperatura de transição vítrea de aproximadamente  $490^\circ\text{C}$  mais ou menos  $30^\circ\text{C}$ , medida por um calorímetro de varredura diferencial. O segundo material de vidro exemplar tem uma temperatura de transição vítrea que é menor que a primeira

temperatura de transição vítrea. As faixas para a primeira temperatura de transição vítrea e ponto de amolecimento e a segunda temperatura de transição vítrea e ponto de amolecimento aproximadamente se nivelam ou sobrepõem ligeiramente nos dados materiais exemplares. Entretanto, este nivelamento não é necessário, mas as temperaturas de transição vítreas não devem ser mais que aproximadamente 70°C de diferença. O tamanho de partícula do segundo material de vidro é substancialmente similar ao tamanho de partícula do primeiro material de vidro. Na fabricação da vela de ignição, os pós do primeiro material de vidro, segundo material de vidro e de uma carga são colocados em uma cavidade no isolante. A vela de ignição é então queimada, fazendo com que os materiais de vidro se fundam na matriz. Nas vedações de vidro exemplares feitas pelos inventores usando o primeiro e segundo materiais de vidro exemplares, a matriz da vedação de vidro teve uma composição de material de aproximadamente as quantidades de componentes e porcentagem em peso encontradas na tabela 3 a seguir.

**Tabela 3** – Composição Química da Matriz Aproximada de Materiais de Vidro Combinados depois da Queima

Componente	Matriz (% em peso)
SiO <sub>2</sub>	16,1
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,7
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,6
Na <sub>2</sub> O	0,4
K <sub>2</sub> O	0,2
Li <sub>2</sub> O	3,6
CaO	0,2
MgO	0,05
SrO	7,4
BaO	0,2
ZnO	9,5
Outras impurezas	menos que 1%

Certamente, as quantidades na tabela 3 podem variar substancialmente, dependendo das quantidades de cada um do primeiro e segundo materiais de vidro exemplares usadas. A composição visada fornecida na tabela 3 é somente para a combinação do primeiro e segundo

materiais de vidro em uma mistura de vedação de vidro exemplar e não inclui nenhuma carga que pode ser adicionada à vedação de vidro.

Uma carga pode também ser usada na vedação de vidro. A carga em geral deve ter um coeficiente de expansão térmica que é menor que dos materiais de vidro e do isolante cerâmico. A carga é em geral um material óxido cristalino e, portanto, não tem uma temperatura de transição vítrea. Portanto, a carga é considerada misturada individualmente como partículas na matriz de vidro mediante fusão e, na maioria dos casos, forma aglomerados comumente visíveis na matriz de vidro. A carga preferida em geral tem componentes com as porcentagens em peso aproximadamente iguais às da tabela 4. O tamanho de partícula da carga é similar aos tamanhos de partículas dos materiais de vidro. Certamente, a carga pode variar e outras cargas com propriedades similares podem ser usadas.

**Tabela 4 – Propriedades da carga**

Componente	Visado (% em peso)
SiO <sub>2</sub>	55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,5
MgO	12,5
BaO	2,5

A carga tipicamente forma 10-40% em peso da vedação de vidro e mais particularmente 20-30% e ainda mais particularmente 24-26%. A carga inclui dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>) que pode estar presente em um teor de 50% a 60% em peso da carga e mais particularmente 53% a 57% em peso da carga. A carga também pode incluir Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> que está presente em um teor de 30% a 35% e mais particularmente 31% a 33% em peso. Um outro elemento composto tipicamente incluído na carga é MgO que está tipicamente presente em um teor de 10% a 15% e mais particularmente 11% a 14% em peso da carga. A carga pode também incluir BaO em um teor de aproximadamente até 4%.

A vedação de vidro forma uma vedação hermética através da qual passa o arame de passagem. Mais particularmente, a vedação de vidro

forma uma vedação hermética entre o isolante e o aram de alimentação e é formada de um material não condutor e não inclui, como nas vedações de vidro condutoras conhecidas, partículas particularmente condutoras. Além disso, a vedação de vidro é formada com uma única camada, mesmo que ela inclua dois materiais de vidro. O material de vidro forma aproximadamente 40% a 55% em peso da vedação de vidro e mais particularmente 46% a 48% em peso. A tabela 5 ilustra os vários materiais de vidro usados em porcentagem em peso, incluindo a porcentagem em peso pela carga da vedação de vidro. A tabela 5 também ilustra se a vedação selou ou não devidamente para formar uma vedação hermética entre o isolante e o arame de passagem.

**Tabela 5 – Vedações de Vidro Exemplares**

ID do vidro	vidro 1 (% em peso)	vidro 2 (% em peso)	Carga F (% em peso)	T <sub>expansão</sub> (°C)	CTE queimado (ppm/°C)	Expand@ 650°C	Vedação@ 625 – 650°C
06-GS-10	35,7	56,5	7,8	582	7,0	0,82 - sim	não
06-GS-11	59,7	23,6	16,7	607	6,4	0,98 - ---	não
06-GS-12	42,2	35,8	22,0	605	5,4	1,03 - ---	sim
06-GS-13	14,0	55,4	30,7	602	4,3	0,89 - ---	sim
06-GS-14	65,2	9,2	25,5	615	6,3	0,92 - ---	sim
06-GS-15	54,9	36,2	8,9	598	7,4	1,07 - não	não
06-GS-16	38,7	46,8	14,5	595	7,0	1,00 - ---	não
06-GS-17	29,8	35,4	34,8	616	4,8	0,85 - sim	sim
06-GS-18	50,6	9,1	40,3	632	4,4	0,84 - sim	sim
06-GS-19	24,7	55,9	19,4	589	6,6	1,06 - não	sim
06-GS-20	80,3	9,4	10,4	613	7,1	0,90 - sim	sim
06-GS-21	46,1	23,3	30,6	620	5,0	1,02 -	sim
06-GS-22	27,1	46,3	26,6	606	5,1	0,90 - sim	sim

É importante notar que os inventores produziram uma vedação de vidro que pode formar uma vedação hermética abaixo de 700°C. Como é bem conhecido na tecnologia, a vela de bronze 46 localizada acima da

vedação de vidro 48 pode oxidar quando queimada a temperaturas acima de 700°C. Também, o arame de passagem formado de materiais tipicamente usados em arames de passagem tal como Kovar pode também oxidar a temperaturas acima de 700°C. Como é de conhecimento dos versados na técnica, queima de uma vela de ignição a baixa de temperatura é desejável para impedir esta oxidação, e os inventores não estão a par de nenhuma vedação de vidro substancialmente sem chumbo ou qualquer vedação de vidro onde o chumbo não é deliberadamente adicionado à vedação de vidro que é queimada para formar uma vedação hermética entre o arame de passagem e um isolante a uma temperatura de 750°C e mais particularmente 700°C ou menos. Como ilustrado na tabela 5, a vedação também pode ser feita de certas composições de vidro a 650°C e às vezes até mesmo feitas a 600°C. Uma menor temperatura de queima impede oxidação e também ajuda fornecer uma melhor vedação hermética. Tal como usado na tabela 5, a temperatura  $T_{\text{expansão}}$  na qual o material da vedação de vidros expande espontaneamente durante a queima, medida usando um dilatômetro tipo haste de empurrar. Isto tende aumentar à medida que carga é adicionada, e diminui à medida que a frita de menor temperatura de transição vítrea é adicionada. A expansão é necessária durante o processo de queima para encher completamente o furo isolante. Ela é causada quando os vidros amolecem e ficam fluidos, permitindo que os gases liberados pelas argilas, etc. sejam aprisionados e criem pressão dentro dos materiais de vidro fluido. Isto resulta na estrutura vesicular necessária no produto acabado. A alternativa é que a parte que diminua – indicada pela redução na altura/aumento de diâmetro. Isto indica que a vedação não preencherá adequadamente o espaço na temperatura de processo, e também que o vidro é macio o bastante para romper a formação da estrutura vesicular.

Na tabela 5, CTE Queimado (Coeficiente de Expansão Térmica) ppm/C ou partes por milhão por grau C é medido usando um dilatômetro tipo haste de empurrar vertical nas pelotas que são primeiramente

queimadas na temperatura de vedação e em seguida resfriadas para consolidar o material, e em seguida reaquecidas para medir a expansão do material queimado. O CTE foi medido durante o aquecimento na segunda queima na faixa de 50-300°C.

5 Na tabela 5, Expand@ 650 C significa que as pelotas cilíndricas do material granular são prensadas usando uma prensa hidráulica manual e são aquecidas a 650°C em um forno a várias temperaturas por 10 minutos. Se a altura da pelota aumentar mais que o diâmetro, considera-se que a pelota está expandido à temperatura de teste de 650°C, que se aproxima da  
10 temperatura de vedação em um ambiente de produção.

Na tabela 5, Vedação @ 625 – 650 C significa que, depois da queima das velas de ignição de teste em um forno de laboratório por 25 minutos a 625 e/ou 650 C, as partes são submetidas a uma pressão de ar estática manométrica de 5,52 MPa (800 psig) por 10 segundos. Se não for  
15 registrado nenhum vazamento de ar na vedação por meio de um manômetro ou medido de pressão diferencial anexado, as partes são consideradas seladas com sucesso. Este resultado indica que os vidros acima estão desejáveis/preferidos.

A vela de ignição é fabricada por um processo no geral bem  
20 conhecido. A casca externa, eletrodo terra 22, isolante 30, terminal 40, resistor 42, mola 44 e eletrodo central 50 são no geral formados da maneira bem conhecida na tecnologia. O material de vidro 48 inclui o primeiro material de vidro, o segundo material de vidro e a carga. Cada um do primeiro material de vidro, segundo material de vidro e carga é em geral processado  
25 para obter predominantemente partículas do tamanho desejado. O primeiro material de vidro, segundo material de vidro e a carga são então combinados e triturados molhados para formar uma lama. A lama é então seca por aspersão para granular as partículas. A lama forma gotículas com água que então respiga no secador de aspersão aquecido, deixando pequenas partículas

granulares esféricas constituídas de partículas menores do primeiro e segundo materiais de vidro e a carga. Esses grânulos são mais fáceis de manusear, têm baixa pulverização e são mais fáceis de colocar dentro da cavidade no isolante cerâmico.

5 Com o eletrodo central no lugar no isolante, os grânulos do primeiro e segundo material de vidro e da carga são adicionados na profundidade especificada e comprimidos em torno do arame de passagem de metal. O material condutor é então adicionado por cima do material de vidro 48 e comprimido. O isolante contendo o eletrodo central, material de vidro 48  
10 e material condutor 46 é então queimado de forma que o material de vidro 48 funda o primeiro e segundo material de vidro em torno da carga. O material de vidro fundido 48 se liga tanto no eletrodo central 50 bem como no isolante 30. O material de vidro ligado 48 forma uma vedação hermética com o isolante 30 e o eletrodo central 50.

15 Mais especificamente, o material de vidro formado do primeiro material de vidro, o segundo material de vidro e a carga são tipicamente providos como o pó seco por aspersão desejado anterior. Este pó composto de grânulos maiores é formado de partículas menores dos ingredientes é colocado na vela de ignição e aquecido para formar uma  
20 vedação. Durante o aquecimento a uma temperatura apropriada, os pós de vidro, bentonita e carbonato de lítio formam uma matriz contínua aproximada pela composição exemplar listada na tabela 3. A carga é um material refratário em uma forma cristalina e, portanto, não se funde durante o processo de aquecimento. Ela assim mantém essencialmente a composição  
25 química e propriedades listadas na tabela 4.

Os inventores observaram que, usando os dois materiais de vidro com as propriedades supralistadas e a carga exemplar, uma taxa de expansão térmica da mistura depois do aquecimento é intermediária, entre a dos materiais isolante e da passagem. Isto permite que tanto as interfaces

isolante – vidro e vidro passagem sejam colocados em compressão durante o resfriamento, minimizando as tensões de tração indesejáveis nas interfaces. Com a minimização da tensão térmica, cria-se uma vedação mais robusta.

Um outro benefício da presente invenção é que o material de vidro 48 pode formar uma estrutura vesicular durante o processo de vedação. Esta estrutura vesicular é conseguida quando um material no pó de partida (carbonato de lítio ou bentonita) gera gás a uma temperatura igual ou ligeiramente superior à temperatura de transição vítrea/ponto de amolecimento dos pós de vidro individuais (primeiro material de vidro e segundo material de vidro). Embora esta estrutura vesicular seja facilmente conseguida com material com chumbo em virtude da viscosidade dos materiais com chumbo serem minimamente sensível à temperatura no ponto de vedação, isto tipicamente não é válido com vidros são chumbo que são mais sensíveis à temperatura. Misturando-se o primeiro material de vidro com o segundo material de vidro, tal como feito na presente invenção, com cada material de vidro tendo uma temperatura de transição/ponto de amolecimento diferente, o comportamento dos materiais de vidro combinado imita o comportamento de vidro com chumbo, permitindo que gás seja aprisionado com o material fundido, dessa forma expandindo e preenchendo o espaço para criar uma melhor vedação. Assim, a mistura do primeiro material de vidro e do segundo material de vidro é benéfica para formar a estrutura vesicular e melhora a capacidade de os materiais de vidro misturados formarem uma vedação hermética. Depois da queima, o primeiro material de vidro e o segundo material de vidro formam um material de enchimento sólido com partículas discretas em volta do material de carga. Em outras palavras, o material de vidro sólido forma uma matriz vítrea contínua do primeiro e segundo material de vidro com partículas individuais da carga envoltas pela matriz vítrea. O material de vidro também pode conter poros finos presentes em aproximadamente 10% a 30% em volume. Observou-se que os poros em

geral não são interconectados, mas são isolados dentro da matriz vítrea.

Como dois materiais de vidro diferentes com diferentes temperaturas de transição vítrea e pontos de amolecimento são importantes para formar o material de vidro que imita vidro com chumbo, os inventores observaram que as temperaturas de transição vítrea / pontos de amolecimento devem ter aproximadamente 10 a 50°C de diferença. Além disso, os inventores observaram que é benéfico usar menos, como uma porcentagem em peso da composição final, do material de vidro com a menor temperatura de transição / ponto de amolecimento. Mais especificamente, na presente invenção, o material de vidro com a menor temperatura de transição vítrea / ponto de amolecimento em geral terá menos material em porcentagem em peso do que o vidro com a temperatura de transição vítrea / ponto de amolecimento mais alto. Embora materiais e faixas específicas tenham sido dadas para o primeiro material de vidro e o segundo material de vidro, bem como para a carga, espera-se que uma ampla faixa de cargas e materiais de vidro possa ser usada, desde que o material de vidro com a menor temperatura de transição vítrea / ponto de amolecimento seja usado em menor quantidade do que o vidro com a temperatura de transição vítrea / ponto de amolecimento mais alto.

A carga basicamente modifica a expansão térmica dos materiais voláteis 48 depois da queima. A carga também serve para enrijecer a matriz vítrea depois da queima, ao mesmo tempo controlando também a expansão durante a queima. É provável que outras cargas de baixa expansão comercialmente disponíveis possam ser usadas no lugar da carga sugerida. A carga em geral deve ter uma expansão térmica menor ou igual tanto ao isolante cerâmico quanto à matriz vítrea. Propriedades desejáveis de cargas de óxido alternativas incluiriam (1) não ser eletricamente condutora, (2) expansão térmica menor que tanto o corpo do isolante quanto dos vidros usados no material de vedação de vidro, (3) classificação malha -200, (4)

capacidade de ligar com a matriz vítrea para impedir separação e vazamento de vidro, (5) ser denso e no geral não poroso para impedir aprisionamento de gás durante o processamento, e excessivo desprendimento de gás durante a queima. Materiais potenciais incluiriam, mas sem limitações as vidros de 5 óxidos, espodumeno, beta-eucryptita, mulita, cordierita e similares bem conhecidos pelos versados na técnica.

A discussão apresentada revela e descreve uma modalidade exemplar da presente invenção. Versados na técnica percebem facilmente a partir de tal discussão e dos desenhos e reivindicações anexos que várias 10 mudanças, modificações e variações podem ser feitas nela sem fugir do verdadeiro espírito e escopo legítimo da invenção definida pelas reivindicações seguintes.

## REIVINDICAÇÕES

1. Vela de ignição que tem uma vedação de vidro não condutora, caracterizada pelo fato de que compreende:

5 uma mistura de duas formulações de vidro, em que cada uma das ditas formulações de vidro é substancialmente sem chumbo.

2. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a vedação de vidro é substancialmente sem partículas condutoras.

10 3. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que dita vedação de vidro forma uma matriz de ditas formulações de vidro em uma temperatura menor do que 700 °C.

4. Vela de ignição, caracterizada pelo fato de que compreende:  
um isolante;

um arame de passagem; e

15 uma vedação de vidro formada de um primeiro pó de vidro e de um segundo pó de vidro, em que os ditos primeiro e segundo pós de vidro têm composições diferentes e em que os ditos primeiro e segundo pós de vidro são substancialmente sem chumbo, e em que o dito arame de passagem estende-se através da dita vedação de vidro, e a dita vedação de vidro forma  
20 uma vedação hermética entre o dito isolante e o dito arame de passagem.

25 5. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que cada um dos ditos primeiro e segundo pós de vidro têm um tamanho de partícula menor que 200 Mesh (série padrão de peneiras americanas) em aproximadamente 95% em peso de cada um dos ditos primeiro e segundo pós de vidro, respectivamente.

6. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o dito primeiro pó de vidro inclui aproximadamente 19% a 24,5% de SiO<sub>2</sub> em peso e o dito segundo pó de vidro inclui menos do que aproximadamente 10 % em peso de SiO<sub>2</sub>.

7. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o dito primeiro pó de vidro inclui aproximadamente 35% a 41% em peso de  $B_2O_3$  e o dito segundo pó de vidro inclui aproximadamente 20% a 35 % em peso de  $B_2O_3$ .

5 8. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o dito primeiro pó de vidro inclui aproximadamente 19% a 24% em peso de  $Al_2O_3$  e o dito segundo pó de vidro inclui menos do que 1 % em peso de  $Al_2O_3$ .

10 9. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o dito primeiro pó de vidro inclui menos que aproximadamente 2% em peso de  $Na_2O$ , menos que aproximadamente 0,8% em peso de  $K_2O$  e aproximadamente 4% a 7% em peso de  $Li_2O$ .

15 10. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o dito primeiro pó de vidro inclui menos que aproximadamente 0,8% em peso de  $CaO$  e menos que aproximadamente 0,8% em peso de  $BaO$ .

11. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o dito primeiro pó de vidro inclui 0,1 % a 1,3 % de  $TiO_2$  e aproximadamente 5% a 17% em peso de  $SrO$ .

20 12. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a dita vedação de vidro inclui adicionalmente até 5% em peso de bentonita.

25 13. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o dito segundo pó de vidro inclui aproximadamente 40% a 55% em peso de  $Bi_2O_3$  e aproximadamente 23% a 33% em peso de  $ZnO$ .

14. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o dito primeiro material de vidro tem uma temperatura de transição dentro de 50 graus Celsius da temperatura de

transição vítrea do dito segundo material de vidro.

15. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a dita vedação de vidro inclui adicionalmente uma carga cristalina que não tem uma temperatura de transição vítrea.

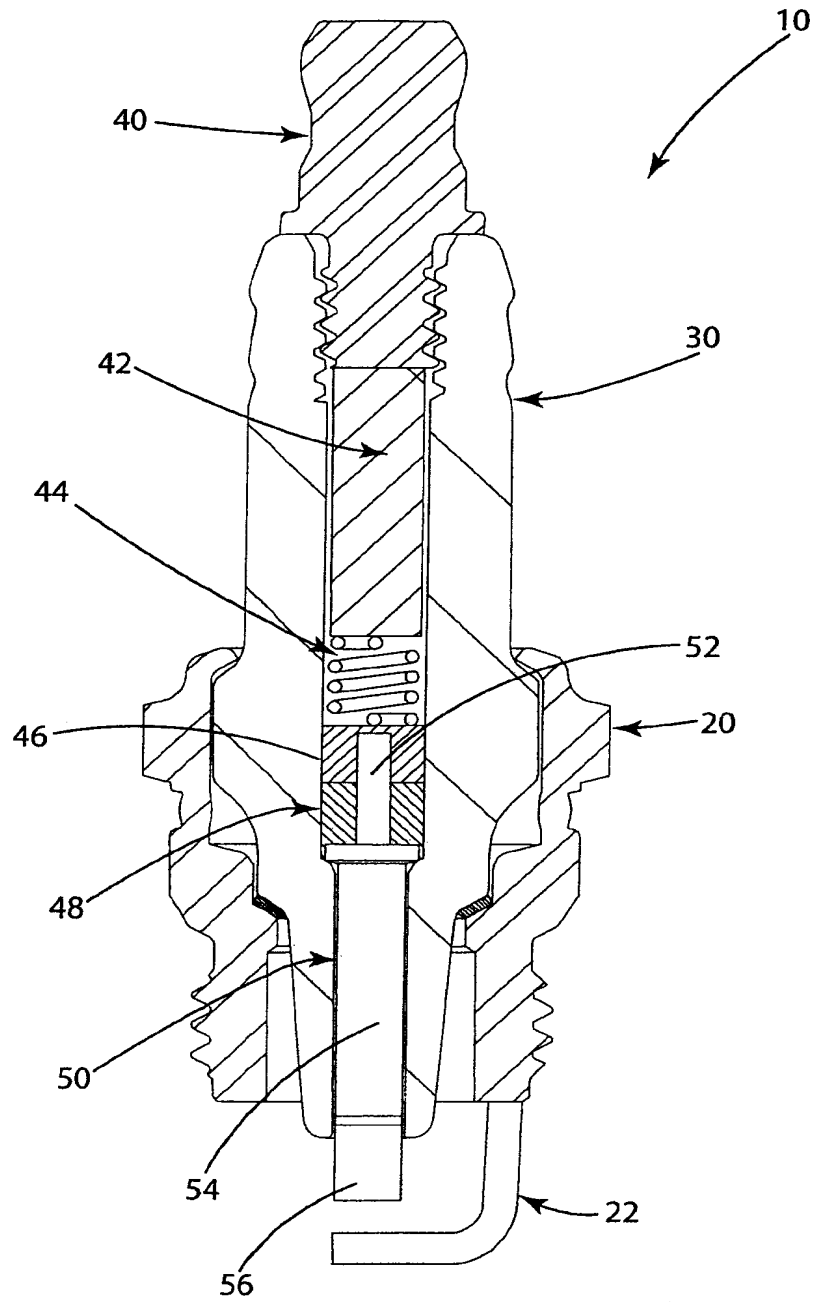


Fig. 1

RESUMO

## “VELA DE IGNIÇÃO”

É descrita uma vela de ignição que tem uma vedação de vidro formada de um primeiro material de vidro e de um segundo material de vidro.

- 5 O primeiro material de vidro tem uma temperatura de transição vítrea/ponto de amolecimento que é maior que a temperatura de transição vítrea/ponto de amolecimento do segundo material de vidro. O primeiro material de vidro e o segundo material de vidro formam uma matriz e, quando combinados com uma carga, têm taxas de expansão térmica e propriedades que se aproximam
- 10 de vidro com chumbo.