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

(11) PI 0204871-0 B1

(22) Data do Depósito: 28/11/2002

(45) Data de Concessão: 20/06/2017

(54) Título: VELA DE IGNIÇÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

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

(30) Prioridade Unionista: 30/11/2001 JP 2001-366640

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

(72) Inventor(es): AKIRA SUZUKI

"VELA DE IGNIÇÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA"

CAMPO DA TÉCNICA

A presente invenção refere-se a uma vela de ignição para motores de combustão interna, e a um método de fabricação da mesma.

TÉCNICA RELACIONADA

Uma vela de ignição utilizada para a ignição de um motor de combustão interna, por exemplo, um motor a gasolina para automóveis, etc, tem uma estrutura que inclui um isolador em um lado externo de um eletrodo central, um membro de metal principal no outro lado do isolador, e um eletrodo terra que forma uma folga de descarga de ignição entre o eletrodo terra e o eletrodo central e fixado no membro de metal principal. Tal vela de ignição é fixada a uma cabeça de cilindro de um motor via uma porção de parafuso de fixação formada sobre uma superfície circunferencial externa do membro de metal principal, e, em seguida, colocada em uso. Uma vez que a porção do eletrodo que forma a folga de descarga de ignição fica exposta a uma mistura gasosa de combustão durante uma operação do motor, a temperatura desta porção se torna extremamente elevada.

Com o aumento, nos anos recentes, de uma saída de um motor de combustão interna usado para automóveis, etc, as áreas ocupadas pelas válvulas de sucção e de exaustão em uma câmara de combustão também aumentaram. Isto torna necessário se miniaturizar a vela de ignição usada para queimar uma mistura gasosa, e a temperatura do interior de uma câmara de combustão tende a se tornar cada vez mais elevada devido a

uma unidade de supercarga, como, por exemplo, um turbocompressor. A fim de garantir a vida útil de uma vela de ignição de uma forma satisfatória, mesmo em tal condição grave de uso, torna-se necessário se desenhar a vela de ignição de modo que a radiação térmica (redução de calor) seja boa. O calor da vela de ignição é descarregado através de vários tipos de passagens. Especialmente, uma passagem que se estende a partir de um isolador para uma cabeça de cilindro via uma porção de parafuso de fixação de um membro de metal principal tem um alto fluxo de calor, e desempenha um papel importante na consecução de uma radiação térmica confiável. De acordo com as circunstâncias, uma tentativa para se aumentar o desempenho de radiação térmica de uma ignição foi feita por meio de um acréscimo maior do comprimento (alcance de parafuso) desta porção de parafuso de fixação. Quando um alcance de parafuso aumenta, o comprimento do isolador provido dentro do membro de metal principal também cresce naturalmente.

Com relação a um membro de metal principal de uma vela de ignição, aumentou-se a demanda para a redução dos tamanhos de outras porções além da porção de parafuso de fixação, em particular a redução da porção hexagonal (porção de engate de ferramenta) que se projeta para fora a partir de uma posição maior que a porção de parafuso de fixação e que é provida de tal modo que uma chave de parafuso possa engatar à mesma. A situação que provoca esta demanda será descrita abaixo. O espaço acima da cabeça de cilindro perde a superfluidade, devido ao emprego de um sistema de ignição

direta no qual cada bobina de ignição é fixada diretamente a uma porção superior de uma vela de ignição, e o diâmetro do furo de vela diminui devido a um aumento das áreas ocupadas pelas válvulas acima mencionadas. Por este motivo, a distância entre os lados opostos da porção hexagonal necessariamente diminui para 14 mm ou mais, e, uma vez que apenas não mais que 16 mm poderia ser obtida em uma vela de ignição da técnica relacionada, uma diminuição no diâmetro de um isolador é igualmente requerida.

PROBLEMAS A SEREM SOLUCIONADOS PELA INVENÇÃO

Quando um impacto é exercido sobre um isolador, no qual a redução do diâmetro na direção transversal ao eixo geométrico de uma vela de ignição e o aumento na direção axial do comprimento do mesmo foram feitos conforme mencionado acima, inconveniências, como, por exemplo, a curvatura ou coisa do gênero do isolador, são possíveis de ocorrer. Em uma vela de ignição de uma estrutura geral, uma porção projetante do tipo flange chamada uma porção de diâmetro expandido é provida sobre uma superfície circunferencial externa do isolador, e um membro de metal principal é ligado à porção de diâmetro expandido por meio do aperto na porção de extremidade traseira do membro de metal principal direto na direção desta porção de diâmetro expandido. Uma seção do tipo vale é formada na borda circunferencial interna das superfícies de extremidade desta porção de diâmetro expandido do tipo flange que se estende na direção circunferencial, e esta seção do tipo vale tende a receber uma concentração de tensão em particular devido a

um efeito de entalhe, uma vez que esta porção de diâmetro expandido é formada em uma posição comparativamente próxima a uma porção hexagonal (porção de engate de ferramenta) de um membro de metal principal, a porção de diâmetro expandido fica particularmente sujeita a ser influenciada pela redução do diâmetro da porção hexagonal. Sendo assim, quando uma torção excessiva é exercida sobre um isolador via o membro de metal principal durante o acionamento de uma porção de parafuso de fixação na cabeça de motor, ou, quando um impacto é comunicado a uma porção de cabeça de vela durante a fixação de uma vela de ignição na cabeça de motor, especialmente, inconveniências, como, por exemplo, a curvatura ou coisa do gênero do isolador de um diâmetro pequeno e de um comprimento grande, ficam sujeitas a ocorrer devido ao aumento do momento de curvatura e à diminuição da área de seção transversal do isolador.

Um problema da presente invenção é prover uma vela de ignição capaz de efetivamente impedir que o isolador se curve durante uma operação de fixação de vela de ignição ou quando um impacto, etc, é comunicado à vela de ignição devido a causas externas outras além da força de fixação da vela de ignição apesar do uso de um diâmetro de isolador reduzido de acordo com uma diminuição das dimensões de uma porção de engate de ferramenta do mesmo.

MEIOS PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA, OPERAÇÃO E EFEITO

A fim de solucionar o problema acima, a presente invenção provê uma vela de ignição que inclui um eletrodo central do tipo eixo 3, um isolador do tipo eixo 2 que cobre

um lado externo do eletrodo central 3, um membro de metal principal 1 formado cilindricamente de modo a ser aberto em suas duas extremidades, e que fica disposto em um lado externo do isolador 2, e um eletrodo terra 4 combinado em uma extremidade com o membro de metal principal 1 e oposto em sua outra extremidade ao eletrodo central 3 de modo a formar uma folga de descarga de ignição g, em que:

- o membro de metal principal é provido em uma superfície circunferencial externa do mesmo com uma porção de parafuso de fixação 7 e uma porção de engate de ferramenta 1e de modo a girar a porção de parafuso 7 em um furo roscado em um motor de combustão interna, o intervalo entre os lados opostos Σ da porção de engate de ferramenta 1e sendo não superior a 14 mm,

- o lado na direção axial do isolador 2 no qual a folga de descarga de ignição g é formada sendo chamada de o lado frontal, com o lado oposto chamado o lado traseiro, o isolador 2 sendo provido com uma porção de diâmetro expandido 2e posicionada no membro de metal principal 1 e projetando-se no sentido radial externo da superfície circunferencial externa do isolador 2, e uma porção de tronco intermediária 2g tendo uma superfície circunferencial externa cilíndrica, formada adjacente na direção axial ao lado frontal da porção de diâmetro expandido 2e e engatada em sua extremidade frontal com uma seção de engate lateral ao membro de metal principal 1c formada sobre uma superfície circunferencial interna do membro de metal principal 4,

- uma porção inclinada 2j, cuja superfície circunferencial externa é formada em uma inclinação linear em uma posição que conecta a porção de diâmetro expandido 2e e a porção de tronco intermediária 2g, de tal modo que o diâmetro da porção inclinada 2j diminua a partir do lado da porção de diâmetro expandido 2e em direção à porção de tronco intermediária 2g em projeções ortogonais paralelas ao eixo geométrico mencionado, uma porção de construção 2k sendo formada onde a extensão da superfície circunferencial externa da porção inclinada 2j e a da porção de tronco intermediária 2g se cruzam, de tal modo que um espaço do tipo vale definido por estas extensões sejam preenchidas com a porção de construção 2k.

Com referência às reivindicações e a este parágrafo (Meios para a Solução do Problema, Operação e Efeito), o símbolo de referência após o nome de cada peça necessária é usado com referência ao acrescentado a uma peça correspondente ilustrada nos desenhos em anexo (Figura 1, Figura 2 e Figura 3). Estes símbolos de referência são acrescentados aos nomes de tais peças de modo a apenas tornar a presente invenção facilmente compreensível, e não limitam de forma alguma o conceito de cada exigência estrutural para a presente invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma vista em seção longitudinal geral mostrando uma vela de ignição que constitui uma modalidade da presente invenção, e uma vista em seção ampliada de uma porção principal da mesma.

A Figura 2 é um desenho mostrando uma definição do comprimento entre os lados opostos de uma porção de fixação de ferramenta.

A Figura 3 é um desenho descrevendo os símbolos de tamanho para cada peça de uma porção principal da vela de ignição da Figura 1.

A Figura 4 é um desenho descrevendo os símbolos de tamanho para cada peça mostrada no desenho geral da vela de ignição da Figura 1.

A Figura 5 é uma vista em seção mostrando vários exemplos da forma de uma porção nivelada formada em um isolador da vela de ignição de acordo com a presente invenção.

A Figura 6 é um desenho descrevendo um processo de vedação de vidro.

A Figura 7 é um desenho descrevendo um teste de resistência a impactos.

A Figura 8 é um gráfico mostrando a relação entre P/C, o valor do ângulo de resistência a impacto e a força de pescoço de parafuso.

A Figura 9 é um gráfico mostrando a relação entre (SI/E) / (S2/D) e o valor do ângulo de resistência a impacto.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A presente invenção se refere a uma vela de ignição na qual o comprimento entre os lados opostos da porção de engate de ferramenta le formada no membro de metal principal 1 não é maior que 14 mm, devido às circunstâncias

acima mencionadas de modo a necessariamente fazer com que o diâmetro do isolador 2 seja reduzido. No isolador 2 desta vela de ignição, um espaço do tipo vale que se estende na direção circunferencial da mesma é formado entre a superfície circunferencial externa da porção inclinada 2j, ligando uma borda da porção de diâmetro expandido 2e, e a porção de tronco intermediária 2g. Quando a torção de uma chave de parafuso durante uma operação de instalação de vela de ignição e outra força de impacto que ocorre durante a mesma operação são comunicadas à porção do tipo vale de modo a fazer com que um momento de curvatura trabalhe sobre a mesma, é provável que ocorra uma concentração de tensão sobre a mesma. No entanto, de acordo com a presente invenção, a porção de construção 2k é provida, na qual a extensão da superfície circunferencial externa da porção inclinada 2j e a da superfície circunferencial externa da porção de tronco intermediária 2g se cruzam, de modo a preencher o espaço do tipo vale com as mesmas. Isto pode evitar que a concentração de tensão ocorra, e permite que a resistência à curvatura, etc, do isolado seja aperfeiçoada em uma grande margem.

MODO PARA SE EXECUTAR A INVENÇÃO

Um modo de modalidade da presente invenção será agora descrito com referência a um exemplo mostrado nos desenhos.

A Figura 1 é uma vista em seção longitudinal A de uma vela de ignição 100 em um modo de modalidade da presente invenção, e uma vista ampliada B de uma porção principal do

exemplo. A vela de ignição 100 é provida com um membro de metal principal cilíndrico 1, um isolador 2 encaixado em um lado interno do membro de metal principal 1 de modo que uma porção de extremidade frontal 2i se projete para fora, um eletrodo central 3 provido em um lado interno do isolador 2, e um eletrodo terra 4 ligado em uma extremidade do membro de metal principal 1 por meio de soldagem, etc. Uma folga de descarga de ignição g é formada entre o eletrodo terra 4 e o eletrodo central 3. Na direção de um eixo geométrico 0 do isolador 2, um lado sobre o qual a folga de descarga de ignição g é formado será doravante chamado o lado frontal, e um lado oposto a este lado, o lado traseiro.

O isolador 2 é provido em uma posição central sobre a sua seção transversal axial via um furo de saída 6 que se estende através de si mesmo na direção axial do mesmo, e um membro de metal terminal 13 é fixado na porção de extremidade traseira do isolador 2 com o eletrodo central 3 também fixado em uma porção de extremidade frontal do mesmo. Na porção do interior do furo de saída 6 entre o membro de metal terminal 13 e o eletrodo central 3, é provido um resistor 15. As duas porções de extremidade deste resistor 15 são eletricamente conectadas ao eletrodo central 3 e ao membro de metal terminal 13, respectivamente, via as camadas de vedação de vidro 16, 17. O membro de metal terminal 13 é provido com uma porção de engate de parafuso macho 13a sobre uma superfície circunferencial externa de uma porção de extremidade frontal, e esta porção de engate 13a é encaixada em uma seção de extremidade frontal do mesmo

na camada de vedação de vidro condutiva 17 de modo a, assim, aumentar a sua resistência de ligação.

O isolador como um todo é feito de um material isolante, como, por exemplo, alumina. Uma porção cilíndrica projetante para fora com o diâmetro expandido 2e é feita na forma de um flange em uma seção intermediária do isolador 2 na direção axial. O isolador 2 é formado em sua seção na parte traseira da porção de diâmetro expandido a fim de prover uma porção de corpo principal lateral traseiro 2b tendo um diâmetro menor que o da seção de diâmetro expandido. Uma corrugação 2c é provida sobre a superfície circunferencial externa desta porção de corpo principal lateral traseira 2b. Uma porção de tronco intermediária 2g de um diâmetro menor que o da porção de diâmetro expandido 2e, e uma porção de extremidade frontal 2i de um diâmetro ainda menor que o da porção de tronco intermediária 2g são formadas na ordem mencionada na frente da porção de diâmetro expandido 2e.

Por outro lado, o diâmetro da seção transversal axial do eletrodo central 3 é ajustado menor que o da seção transversal axial do resistor 15. O furo de saída 6 do isolador 2 tem uma primeira porção substancialmente cilíndrica 6a através da qual o eletrodo central 3 é inserido, e uma segunda porção substancialmente cilíndrica 6b feita no lado traseiro (lado superior do desenho) da primeira porção 6a com um diâmetro maior que o da primeira porção 6a. O membro de metal terminal 13 e o resistor 15 são mantidos na segunda porção 6b, e o eletrodo central 3 é

inserido através do interior da primeira porção 6a. O eletrodo central 3 é provido em uma porção de extremidade traseira do mesmo com uma seção projetante de fixação de eletrodo 3c se projetando para fora a partir da superfície circunferencial externa do mesmo. A primeira porção 6a e a segunda porção 6b do furo de saída 6 são conectadas na porção de tronco intermediária 2g, e uma superfície 6c onde a primeira e a segunda porções 6a, 6b são conectadas e onde a projeção de fixação de eletrodo 3c do eletrodo central 3 é recebida é formada de modo a ser uma superfície de afunilamento ou uma superfície arredondada.

Uma superfície circunferencial externa (isto é, a seção de extremidade frontal da porção de tronco intermediária 2g) de uma porção de junta 2h entre a porção de tronco intermediária 2g e a porção de extremidade frontal 2i é formada como uma superfície escalonada, que fica engatada na porção projetante 1c como uma porção de encontro lateral com o membro de metal de corpo principal, que é formada em uma superfície interna do membro de metal de corpo principal 1, via uma porção de empacotamento de folha em forma de anel (não mostrada) a fim de impedir que o isolador se solte na direção axial. Por outro lado, um empacotamento de fio em forma de anel 62 engatado na borda circunferencial traseira da porção de diâmetro expandido do tipo flange 2e é provido entre esta e a superfície interna de uma porção aberta lateral traseira do membro de metal principal 1. Na parte traseira do empacotamento de fio 62, um outro empacotamento de fio em forma de anel 60 é provido

via um leito empacotado 61 de talco ou coisa do gênero. O isolador 2 é empurrado para frente para o membro de metal principal 1, e a borda aberta do membro de metal principal 1 nesta condição se prende para dentro em direção ao empacotamento 60. Como resultado, uma porção presa 1d é formada, e o membro de metal principal 1 é fixado no isolador 2.

O membro de metal principal 1 é formado cilindricamente por meio do uso como matéria prima um material de ferro adequado para trabalho a frio, por exemplo, um aço de baixo carbono, e um fio de aço de carbono ou coisa do gênero para uma forja a frio estipulada no JISG3539, e constitui um alojamento para a vela de ignição 100. O alojamento 100 é provido em uma superfície circunferencial externa da porção de extremidade frontal da vela de ignição com uma porção de parafuso de fixação 7 para a fixação da vela de ignição 100 em um bloco de motor (não mostrado). Na seção da superfície circunferencial externa do membro de metal principal 1 que fica no lado traseiro da porção de parafuso de fixação 7, uma porção de assento de fixação do tipo flange que se estende no sentido circunferencial 1g é formada de modo a se projetar para fora. No lado traseiro da porção de assento de fixação 1g, uma porção de engate de ferramenta 1e, na qual uma ferramenta, como, por exemplo, uma chave de boca ou uma chave de parafuso ou coisa do gênero usada para girar a porção de parafuso de fixação 7 da vela de ignição 100 em um furo roscado de uma cabeça de cilindro, é engatada, é

formada via uma porção de junta de parede fina 1h de modo que a porção de engate de ferramenta 1e se projete para fora ao longo da circunferência da vela de ignição 100.

Conforme mostrado na Figura 2, a porção de engate de ferramenta 1e inclui uma pluralidade de pares de superfícies de engate de ferramenta 1p paralelas ao eixo geométrico O e entre si e é formada de modo a se estender na direção circunferencial. Um exemplo da porção de engate de ferramenta 1e mostrado na Figura 2 tem três pares destas superfícies de engate de ferramenta 1p, e é feito em um formato de seção transversal hexagonal regular. Um exemplo mostrado na Figura 2B é provido com doze pares de superfícies de engate de ferramenta paralelas 1p (também chamado um formato BIHEX) feito por meio da superposição de duas formas hexagonais direitas entre si (também chamado um formato HEX) por meio do escalonamento destas duas formas uma a partir da outra a 30 ° em torno do eixo geométrico O. Em todos estes exemplos, o comprimento entre os lados opostos Σ da porção de engate de ferramenta 1e é expressado pela distância entre os lados opostos do contorno de uma seção transversal hexagonal regular direita. Na vela de ignição 100 acima mencionada, o comprimento entre os lados opostos Σ da porção de engate de ferramenta 1e não é superior a 14 mm.

A porção inclinada 2j tem uma superfície circunferencial externa que fica inclinada linearmente de modo a se estender a partir de um lado da porção de diâmetro expandido 2e em direção à da porção de tronco intermediária

2g, conforme mostrado na Figura 1B, diminuindo em diâmetro nas projeções ortogonais com relação a um plano de projeção paralelo ao eixo geométrico O. Na posição na qual a porção inclinada 2j e a porção de tronco intermediária 2g se conectam, isto é, na borda circunferencial interna de uma superfície de extremidade da porção de diâmetro expandido, uma porção do tipo vale é formada se estendendo na direção circunferencial. Esta porção do tipo vale tende a receber, especialmente, uma concentração de tensão devido a um efeito de entalhe. Especialmente, quando o comprimento entre os lados opostos Σ (Figura 2) da porção de engate de ferramenta 1e não é maior que 14 mm, conforme mencionado acima, a área em seção transversal axial do isolador 2 necessariamente diminui, de modo que o isolador 2 como um todo seja formado de uma maneira alongada e tenha um comprimento total grande com relação à área em seção transversal axial do mesmo. Portanto, quando uma chave de parafuso engata a porção de engate de ferramenta 1e com uma grande torção para o aperto da chave de parafuso aplicada à mesma, ou quando uma grande força de impacto é exercida sobre a porção de corpo principal lateral traseiro 2b, etc, é provável que o momento de curvatura que trabalha sobre o isolador aumente proporcionalmente ao comprimento grande do mesmo, e uma concentração de tensão sobre a porção do tipo vale prontamente acontece.

Sendo assim, nesta vela de ignição 100, uma porção de construção 2k é formada em uma posição (porção do tipo vale) de uma interseção das extensões 2j', 2g' da superfície

circunferencial externa da porção inclinada 2j e a da porção de tronco intermediária 2g de modo que um espaço do tipo vale definido pelas duas extensões 2j', 2g' seja preenchido. Graças a esta disposição, a ocorrência de uma concentração de tensão excessiva na posição na qual a porção inclinada 2j e a porção de tronco intermediária 2g se conectam poderá ser evitada, e a resistência à curvatura do isolador 2 pode ser aperfeiçoada em uma grande margem mesmo quando o momento de curvatura é exercido fortemente sobre o mesmo.

A Figura 5A mostra a porção de construção 2k em uma outra escala ampliada. Os ângulos $\beta 1$, $\beta 2$ nos quais uma linha de contorno da porção de construção 2k e os da porção inclinada 2j e da porção de tronco intermediária 2g se cruzam são evidentemente maiores que um ângulo α (correspondente a um ângulo de entalhe no caso em que a porção de construção 2k não é formada) no qual as extensões 2j', 2g' das linhas de contorno da porção inclinada 2j e da porção intermediária 2g se cruzam. Como resultado, a tensão sobre um recesso de um ângulo menor é dispersada para dois recessos de ângulos maiores, de modo que a resistência à curvatura do isolador torna-se maior. Quando nesta modalidade, as porções arredondadas e rebaixadas R1, R2 são formadas, conforme mostrado na Figura 5B, em dois pontos (os primeiro e segundo pontos de conexão) A, c nos quais as superfícies circunferenciais externas da porção de construção 2k e a porção inclinada 2j e a porção de tronco intermediária 2g se conectam na porção de construção 2k, a concentração de tensão, que ocorre nos primeiro e segundo

pontos de conexão A, c, sobre as superfícies dos recessos, é aliviada graças à provisão das porções redondas. Isto permite que a resistência à curvatura do isolador seja ainda mais aperfeiçoada.

A fim de aumentar ainda mais a resistência à curvatura do isolador por meio da formação da porção de construção 2k, é desejável que a forma da porção de construção 2k se estabeleça como se segue. Ou seja, nas projeções ortogonais com relação a um plano de projeção paralelo ao eixo geométrico 0 do isolador, a circunferência externa da porção de construção 2k é igual à da superfície definida pela linha de referência SL, isto é, uma linha reta que conecta entre si o ponto A no qual a superfície circunferencial externa da porção de construção 2k e a da porção inclinada 2j se juntam entre si e o ponto c no qual a superfície circunferencial externa da porção de construção 2k e a da porção de tronco intermediária 2g se ligam, conforme mostrado na Figura 5, ou se engrossam no sentido radial externo a partir das circunferências da linha de referência SL. De acordo com a presente invenção, o comprimento entre os lados opostos Σ não é maior que 14 mm, de modo que a projeção da porção de diâmetro expandido na direção radial da mesma fica limitada. No entanto, quando a porção de construção 2k é formada conforme mencionado acima, o efeito de aumento da força de resistência à curvatura pode ser obtido mesmo quando o raio da porção nivelada para cima é reduzido até uma certa extensão. Sendo assim, estas

técnicas podem ser ampliadas satisfatoriamente até uma porção de diâmetro expandido 2e que tem um raio pequeno.

Para ser concreto, o modo acima mencionado da porção de construção 2k é especialmente eficaz no caso onde a combinação do eletrodo central 3 e do membro de metal terminal 13 entre si e a formação do resistor 15 e das camadas de vedação de vidro 16, 17 são feitas por este processo de vedação de vidro, conforme será descrito abaixo. Primeiro, o eletrodo central 3 é inserido na primeira porção 6a do furo de saída 6 do isolador 2, e o pó de vidro condutivo e o pó bruto de uma composição de resistor são em seguida empacotados em ordem no mesmo, os materiais resultantes sendo então submetidos a uma compressão preparatória de modo a formar um produto, conforme mostrado na Figura 6A, na qual uma primeira camada de pó de vidro condutivo 26, uma camada de pó de composição de resistor 25 e uma segunda camada de pó de vidro condutivo 27 são laminadas a partir do lado do eletrodo central 3 (lado frontal). Uma montagem PA tendo o membro de metal terminal 13 inserido a partir de cima para o furo de saída 6 é então formada. A montagem nesta condição é inserida em um forno de aquecimento e aquecida até uma temperatura predeterminada de 800 a 950 °C, não inferior a um ponto de amolecimento de vidro. O membro de metal terminal 13 é em seguida encaixado por pressão axialmente para o interior do furo de saída 6 a partir do lado oposto ao do eletrodo central 3, e cada uma das camadas 25 a 27 em um estado laminado são prensadas na direção axial do mesmo. Como um resultado, cada camada é

concrecionada por compressão de modo a se tornar a camada de vedação de vidro condutivo 16, o resistor 15 e a camada de vedação de vidro condutivo 17, conforme mostrado na Figura 6B.

Neste processo de vedação de vidro, uma pressão axial considerável é aplicada às peças quando cada uma das camadas 25 a 27 em um estado laminado é prensada axialmente com o membro de metal terminal 13 encaixado por pressão no furo de saída 6. Quando a operação de pressão é realizada, esta pressão é recebida por meio da inserção do isolador 2 em um furo de saída SH de uma base de suporte SB a partir de um lado frontal do mesmo, e suportando a superfície de extremidade de lado frontal da porção de diâmetro expandido 2e na borda circunferencial externa aberta do furo de inserto SH. Quando, durante este tempo, a porção de construção 2k é superposta na borda circunferencial do furo de inserto SH, a porção de construção 2k é cisalhada de modo a fazer com que a porção de construção 2k se quebre. Sendo assim, é necessário que a porção de construção 2k fique disposta de modo que a porção de construção 2k como um todo fique posicionada no furo de inserto SH.

Neste caso, a força de pressão é totalmente recebida pela porção inclinada 2j posicionada fora da porção de construção 2k, de modo que seja necessário se garantir que a largura da porção inclinada 2j não seja menor que um nível predeterminado independente do raio da seção projetante da porção de diâmetro expandido 2e. Portanto, quando o raio da seção projetante da porção de diâmetro

expandido 2e diminui, a largura da porção de construção é necessariamente reduzida. No entanto, uma vez que a porção de construção 2k do formato acima mencionado pode ser satisfatoriamente garantir a sua resistência à curvatura mesmo quando a largura da porção nivelada para cima seja pequena, a presente invenção pode ainda ser aplicada flexivelmente em uma vela de ignição tendo uma porção de engate de ferramenta 1e de um comprimento pequeno entre os lados opostos.

Conforme mostrado na Figura 3, a largura M da superfície circunferencial externa da porção inclinada 2j é desejavelmente ajustada não inferior a 0,3 mm e não superior a 3 mm. Quando M é menor que 0,3 mm, a pressão de vedação não poderá ser interrompida durante a execução de uma etapa de vedação de vidro. Quando M excede 3 mm, a largura da porção de construção 2k se torna pequena, e o efeito de aumento da força de resistência à curvatura torna-se insuficiente. É desejável que um ângulo Q entre um plano AP que atravessa o eixo geométrico 0 em ângulos retos ao mesmo e a superfície circunferencial externa da porção inclinada 2j não seja maior que 60 °. Quando Q excede 60 °, uma força de pressão de vedação não poderá ser recebida de uma forma suficiente durante a execução da etapa de vedação de vidro.

Na projeção ortogonal acima mencionada, J representa uma primeira interseção na qual uma extensão da superfície circunferencial externa cilíndrica da porção de diâmetro expandida 2e e a da superfície circunferencial externa da porção inclinada 2j se cruzam, n, uma segunda

interseção na qual uma extensão da superfície circunferencial externa da porção de construção 2k e a da superfície circunferencial externa da porção de tronco intermediária 2g; e c, um segundo ponto de conexão no qual a superfície circunferencial externa da porção de construção e a da porção de tronco intermediária 2g são conectadas entre si. Na direção do eixo geométrico 0, W representa uma distância medida a partir de uma superfície de extremidade frontal 1i da porção de assento de fixação 1g até a interseção n; P, uma distância medida a partir do segundo ponto de conexão c até a segunda interseção n; e C, uma distância medida a partir da segunda interseção n até a primeira interseção J. É desejável nesta condição que as condições dimensionais de:

$$W \geq P \geq 0{,}5\ C \qquad (1)$$

sejam atendidas.

A letra de referência P representa o comprimento da sobreposição da porção de construção 2k sobre a porção de tronco intermediária 2g na direção do eixo geométrico 0. A letra de referência C corresponde ao comprimento na direção do eixo geométrico 0 de uma superfície de extremidade frontal da porção de diâmetro expandido 2e incluindo a porção inclinada 2j. Quando P se torna menor que 0,5C, o efeito de aumento de resistência à curvatura torna-se insignificante. Por outro lado, P maior que W significa que a porção de construção 2k excede a superfície de extremidade frontal 1i da porção de assento de fixação 1g e se estende para frente na direção do eixo geométrico 0. Como um

resultado, a espessura na direção radial do membro de metal principal 1 diminui em uma borda traseira (assim chamada seção de pescoço de parafuso) 7f da porção de parafuso de fixação 7 do mesmo, e a resistência à ruptura torcional (doravante referida como resistência de pescoço de parafuso) do membro de metal principal 1 não podem ser garantidas de uma forma suficiente em alguns casos. Por exemplo, quando um torque de aperto excessivo é exercido no membro de metal principal durante a fixação da vela de ignição 100 em uma cabeça de motor, inconveniências, como, por exemplo, a quebra da seção de pescoço de parafuso 7f ocorre em alguns casos.

É desejável que a porção de tronco intermediária 2g do isolador 2 tem um diâmetro externo F não inferior a 5 mm e não superior a 8 mm. Quando F é menor que 5 mm, a força de resistência à curvatura do isolador 2 não pode ser garantido de uma forma suficiente devido à pequena espessura. Quando F excede 8 mm, a espessura da porção de parafuso de fixação 7 fica pequena, de modo que a resistência de pescoço de parafuso diminui em alguns casos. Quando uma porção de parafuso de fixação 7 tendo um tamanho nominal de M10 ou M12 é usada, esta tendência é mostrada de forma marcante.

O isolador 2 é provido conforme mencionado acima com uma porção de corpo principal 2b tendo um diâmetro menor que o da porção de diâmetro expandido 1e, e uma superfície circunferencial externa cilíndrica, e formado adjacente à parte traseira da porção de diâmetro expandida 2e com

relação ao eixo geométrico 0. Na projeção ortogonal acima mencionada mostrada na Figura 4, K representa uma posição de um ponto intermediário de um setor que conecta as duas extremidades da superfície circunferencial externa cilíndrica da porção de diâmetro expandido 2e; T, uma posição da extremidade traseira na direção axial da superfície circunferencial externa do isolador 2; S, a posição da extremidade frontal na direção do eixo geométrico 0 da superfície circunferencial externa cilíndrica da porção de tronco intermediária 2g; E, a distância medida na direção do eixo geométrico 0 a partir da posição T da extremidade traseira para a posição K do ponto intermediário; D, uma distância medida a partir da posição S da extremidade frontal até a posição K do ponto intermediário; S1, uma área de seção transversal axial (porção de superfície circunferencial externa cilíndrica, por exemplo, a posição Y no desenho) de ainda uma seção lateral traseira da porção de corpo principal 2b; e S2 (porção de superfície circunferencial externa cilíndrica, por exemplo, a posição X no desenho), uma área em seção transversal axial da porção de tronco intermediária 2g do isolador. É desejável que a condição:

$$0,5 \leq (S1/E) \,/\, (S2/D) \leq 2 \qquad (2)$$

seja atendida.

S1/E representa, em termos de uma razão com relação à área em seção transversal axial S1, o comprimento da seção (que será doravante referida como uma seção de projeção traseira) da porção de diâmetro expandido 1e que

existe no lado traseiro do ponto intermediário da mesma, e um meio de valor menor que esta seção projeta de uma maneira mais alongada. Por outro lado, S2/D representa, em termos de uma razão com relação à área em seção transversal axial S2, o comprimento da seção da porção de diâmetro expandido 1e que existe no lado frontal do ponto intermediário da mesma. Quando uma razão ((S1/E) / (S2/D)) destes dois valores se torna excessivamente alta para exceder dois, a área de seção transversal axial S2 da porção de tronco intermediária 2g se torna relativamente pequena, e a porção de projeção traseira se torna extremamente longa. Como um resultado, quando um impacto, etc, é exercido sobre esta seção, um momento de curvatura grande torna-se propenso a ser comunicado a uma posição de limite entre a porção de tronco intermediária 2g e a porção de diâmetro expandido 2E. Conseqüentemente, torna-se difícil se obter, de uma forma suficiente, a resistência à curvatura do isolador 2. Enquanto isso, quando a razão se torna menor que 0,5, a seção de projeção traseira torna-se, em oposição, muito pequena, de modo que inconveniências, como, por exemplo, uma descarga excessiva é provável que ocorra.

Nos exemplos da Figura 5A e 5B, a porção de construção 2k é formada na projeção ortogonal de tal maneira que a superfície circunferencial externa da mesma fique substancialmente alinhada com as circunferências definidas pela linha de referência SL. A porção de construção 2k pode ainda ser formada de modo que a porção nivelada para cima se deforme em um sentido convexo na direção radial externa a

partir da linha de referência SL, conforme mostrado nas Figuras 5C e 5D. Isto permite que a força de resistência à curvatura do isolador 2 seja ainda maior. Especialmente, conforme mostrado na Figura 5D, a formação de uma porção redonda projetante sobre uma seção intermediária da linha de contorno da porção de construção 2k, isto é, a formação de uma seção de ápice de uma linha de contorno projetante em um formato moderadamente redondo permite que o efeito de dispersão de tensão seja ainda maior. Além disso, a formação da porção de construção 2k em tal formato é também eficaz no sentido de impedir que a mesma porção (especialmente, na forma de um corpo moldado ainda não preso) seja falqueada.

Modalidades

A fim de se garantir o efeito da presente invenção, os seguintes testes foram realizados.

Modalidade 1

Tipos de velas de ignição nas quais os tamanhos mostrados na Figura 3 e na Figura 4 estabelecidos como se segue foram produzidos (os parâmetros já descritos são mostrados por meio de seus símbolos somente).

- diâmetro externo F da porção de tronco intermediária 2g: 7,3 mm

- diâmetro externo T da porção de diâmetro expandido 1e: 11 mm

- ângulo Q: 30 °

- valor de B≡(U-F)/2 no qual a representa a posição de um limite entre uma porção arredondada formada entre uma porção inclinada 2j e uma porção de construção 2k

e a porção inclinada 2j; e U, um diâmetro externo de um isolador 2 na posição a: 0,9 mm

- área de seção transversal S1: 52 mm^2
- área de seção transversal S2: 30 mm^2
- largura M: 0,64 mm
- distância C na direção axial entre a interseção n e a interseção J: 1 mm
- distância W: 3 mm (C/W=3)
- distância E mostrada na Figura 4: 33 mm
- distância D mostrada no mesmo desenho: 21 mm
- comprimento sobreposto P na direção axial da porção de construção 2k na porção de tronco intermediária 2g: 0,5 a 2,9 mm

Os seguintes testes foram conduzidos por meio do uso de velas de ignição nas quais o comprimento da porção de construção 2k foi regulado de uma forma variável, conforme mencionado acima.

(1) Teste de Resistência ao Impacto: Conforme mostrado na Figura 7, uma porção de parafuso de fixação 7 de cada vela de ignição 100 é girada em um furo roscado 303a de um tipo de bloco de fixação 303, e fixada de modo que uma porção de corpo principal 2b de um isolador 2 se projete para cima a partir do furo 303a. Um braço 301 é fixado em um fulcro axial 302 posicionado na porção de um eixo geométrico central 0 do isolador 2 que é ainda maior que o da porção de corpo principal 2b, de tal maneira que o braço 301 possa oscilar. O comprimento do braço 301 é de 330 mm, e a posição do fulcro axial 302 é determinada de modo que uma posição

uma extremidade frontal 300 do braço oscilado para baixo para uma seção lateral traseira da porção de corpo principal 2b é removida a partir de uma superfície de extremidade traseira do isolador 2 a uma distância vertical H de 10 mm. Uma operação de elevação de uma extremidade frontal do braço de modo que um ângulo no qual o braço 301 oscila a partir do eixo geométrico central 0 do mesmo chega a um nível predeterminado, e a oscilação do braço para baixo por meio de uma queda livre em direção à seção lateral traseira da porção de corpo principal 2b é repetida em intervalos de ângulo de 2° que são aumentados gradualmente, a fim de determinar um valor θ de um ângulo de resistência a impacto no qual a curvatura do isolador 2 ocorre. Um ângulo maior θ significa uma resistência à curvatura maior (força charpy).

(2) Teste de Resistência do Pescoço de Parafuso: Uma vela de ignição é fixada em uma bucha roscada, e um torque torsional é aplicado à vela de ignição na direção de aperto com a porção de assento de fixação presa, a fim de determinar um valor de torque crítico no qual uma porção de pescoço de parafuso está quebrada.

Os resultados do gráfico destes resultados de teste com relação à P/C são mostrados na Figura 8. A expressão (1) mencionada acima pode ser transformada para:

$$W / C \geq P / C \geq 0,5 \qquad (1)$$

Entenda-se, a partir dos resultados de uma comparação entre os resultados de teste de resistência a impacto e os resultados de teste da Figura 8, que, quando P/C é menor que 0,5, a resistência à curvatura (força

charpy) torna-se excelente, e que, quando P/C não é maior que 3 (isto é, não maior que W/C), a resistência de pescoço de parafuso torna-se excelente.

Modalidade 2

Tipos de velas de ignição nas quais os tamanhos mostrados na Figura 3 e na Figura 4 estabelecidos como se segue foram produzidos (os parâmetros já descritos são mostrados por meio de seus símbolos somente).

- diâmetro externo F da porção de tronco intermediária 2g: 7,3 mm

- diâmetro externo T da porção de diâmetro expandido 1e: 11 mm

- ângulo Q: 30 °

- valor de B≡(U-F)/2 no qual a representa a posição do limite entre uma porção arredondada formada entre uma porção inclinada 2j e uma porção de construção 2k e a porção inclinada 2j; e U, o diâmetro externo na posição a de um isolador 2: 0,9 mm

- área de seção transversal S1: 51,7 mm^2

- área de seção transversal S2: 29,9 mm^2 ((S1/E) / (S2/D) varia na faixa de 0,5 a 2,0)

- largura M: 0,64 mm

- distância C na direção axial entre uma interseção n e uma interseção J: 1 mm

- distância W: 3 mm (C/W=3)

- distância E mostrada na Figura 4: 33 mm

- distância D mostrada no mesmo desenho: 10 a 40 mm

- comprimento P de sobreposição na direção axial d uma porção de construção 2k na porção de tronco intermediária 2g: 0 mm (Forma 1: Exemplo Comparativo), 1,5 mm (Forma 2: Modalidades)

Os mesmos testes de resistência a impacto dos da Modalidade 1 foram conduzidos por meio do uso de velas de ignição nas quais (S1/E)/(S2/D) foram regulados de uma forma variável, conforme mencionado acima. Os resultados são mostrados na Figura 9. De acordo com estes resultados, o valor θ de ângulo de resistência a impacto diminui repentinamente quando (S1/E) / (S2/D) se torna dois ou menor no Exemplo Comparativo (Forma 1) no qual uma porção nivelada para cima não é formada, enquanto o valor θ de ângulo de resistência a impacto é grande mesmo quando (S1/E) / (S2/D) é menor que dois na Modalidade na qual uma porção nivelada para cima é formada. Entenda-se que uma diferença notável na resistência à curvatura ocorre entre os tipos de Modalidade e os do Exemplo Comparativo.

REIVINDICAÇÕES

1. Vela de ignição para motores de combustão interna provida de um eletrodo central do tipo eixo (3), um isolador em forma de eixo (2) que cobre a superfície externa do eletrodo central (3), um membro de metal principal (1) que é formado cilindricamente com as duas extremidades abertas e que fica disposto em um lado externo do isolador (2), e um eletrodo terra (4) ligado em uma extremidade ao membro de metal principal (1) e a outra extremidade do eletrodo terra ficando oposta ao eletrodo central (3) de modo a formar uma folga de descarga de ignição g, em que:

o membro de metal principal (1) é provido em sua superfície circunferencial externa com uma porção de parafuso de fixação (7) e uma porção de engate de ferramenta (1e), o comprimento de lado a lado Σ da porção de engate de ferramenta (1e) sendo 14 mm ou menos,

o isolador (2) é provido de uma porção de diâmetro expandido (2e) posicionada no membro de metal principal (1) e projetando-se no sentido radial externo a partir de uma superfície circunferencial externa do isolador (2), e uma porção de tronco intermediária (2g) tendo uma superfície circunferencial externa cilíndrica, formada adjacente na direção axial a um lado frontal da porção de diâmetro expandido (2e) e engatada em sua extremidade frontal a uma seção de engate lateral com o membro de metal principal (1c) formada sobre uma superfície circunferencial interna do membro de metal principal (4),

uma porção inclinada (2j), cuja superfície circunferencial externa forma uma inclinação linear, sendo formada em uma posição que conecta a porção de diâmetro expandido (2e) e a porção de tronco intermediária (2), de tal modo que o diâmetro da porção inclinada (2j) diminui a partir da porção de diâmetro expandido (2e) em direção à porção de tronco intermediária (2g) em projeções ortogonais com relação a um plano de projeção paralelo ao eixo geométrico mencionado, uma porção de construção (2k) sendo formada onde uma extensão da superfície circunferencial externa da porção inclinada (2j) e a da porção de tronco intermediária (2g) se cruzam, de tal maneira que um espaço do tipo vale definido por estas extensões é preenchido com a porção de construção (2k);

CARACTERIZADA pelo fato de que a relação $0,5 \leq (S1/E)/(S2/D) \leq 2$ é atendida, em que:

(D) é uma distância medida na direção axial a partir da posição (S) da extremidade frontal até uma posição (K) do ponto intermediário";

(E) é uma distância medida na direção axial mencionada a partir da posição (T) da extremidade traseira até a posição (K) do ponto intermediário;

(S1) é a área de seção transversal axial da porção de corpo principal (2b); e

(S2) é a área de seção transversal axial da porção de tronco intermediária (2g).

2. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que uma superfície

circunferencial externa da porção de construção (2k) tem uma seção arredondada côncava formada onde a porção de construção se conecta à superfície circunferencial externa da porção inclinada (2j) e à superfície circunferencial externa da porção de tronco intermediária (2g).

3. Vela de ignição, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a superfície circunferencial externa da porção de construção (2k) fica em uma posição sobre ou deformada no sentido radial externo a partir de uma linha de referência na projeção ortogonal acima mencionada por meio de uma linha reta que conecta junto um ponto A no qual a superfície circunferencial externa da porção de construção (2k) e a da porção inclinada (2j) se conectam e um ponto c no qual a superfície circunferencial externa da porção de construção (2k) e da porção de tronco intermediária (2g) se conectam.

4. Vela de ignição, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADA** pelo fato de que, na projeção ortogonal mencionada, uma porção arredondada que se projeta é formada em uma seção intermediária de uma linha de contorno da porção de construção (2k).

5. Vela de ignição, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a largura da superfície circunferencial externa da porção inclinada (2j) é de 0,3 mm ou mais a 3 mm ou menos, um ângulo entre um plano Q da projeção ortogonal acima mencionada que cruza o eixo geométrico mencionado em um

ângulo reto e a superfície circunferencial externa da porção inclinada (2j) sendo menor ou igual que 60°.

6. Vela de ignição, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADA** pelo fato de que uma porção de assento de fixação em forma de flange (1g) é formada na parte da superfície circunferencial externa do membro de metal principal (1) entre a porção de engate de ferramenta (1e) e a porção de rosca de fixação (7),

e a relação $W \geq P \geq 0,5C$ é atendida, em que, na projeção ortogonal mencionada, uma primeira interseção J é a interseção da extensão da superfície circunferencial externa cilíndrica da porção de diâmetro expandido (2a) e a da porção inclinada (2j) que se cruzam; uma segunda interseção n é a interseção da extensão da superfície circunferencial externa da porção inclinada (2j) e a da superfície circunferencial externa da porção de tronco intermediária (2g); c é o ponto no qual a superfície circunferencial externa da porção de construção (2k) e a da porção de tronco intermediária (2g) se conectam; W é a distância na direção do eixo geométrico (O) mencionado a partir da extremidade frontal (1i) da porção de assento de fixação (2g) até a segunda interseção n; P é a distância a partir do primeiro ponto de conexão c até a segunda interseção n; e C é a distância a partir da segunda interseção n até a primeira interseção J.

7. Vela de ignição, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADA** pelo fato de que um

diâmetro externo da porção de tronco intermediária (2g) é de 5 mm ou mais a 8 mm ou menos.

8. Vela de ignição, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **CARACTERIZADA** pelo fato de que uma porção de corpo principal (2b) tendo uma superfície circunferencial externa cilíndrica, cujo diâmetro é menor que o da porção de diâmetro expandido (2e), é formada no isolador (2) de modo que a porção de corpo principal (2b) se junte à seção traseira axial da porção de diâmetro expandido (2e),

em que, na projeção ortogonal mencionada, K representa a posição do ponto intermediário de uma linha axial que conecta as duas extremidades da superfície circunferencial externa cilíndrica da porção de diâmetro expandido (2e); T, a posição da extremidade traseira na direção axial da superfície circunferencial externa do isolador (2); e S, a posição da extremidade frontal (2i) na direção axial da superfície circunferencial externa cilíndrica da porção de tronco intermediária (2g).

Fig. 1(a)

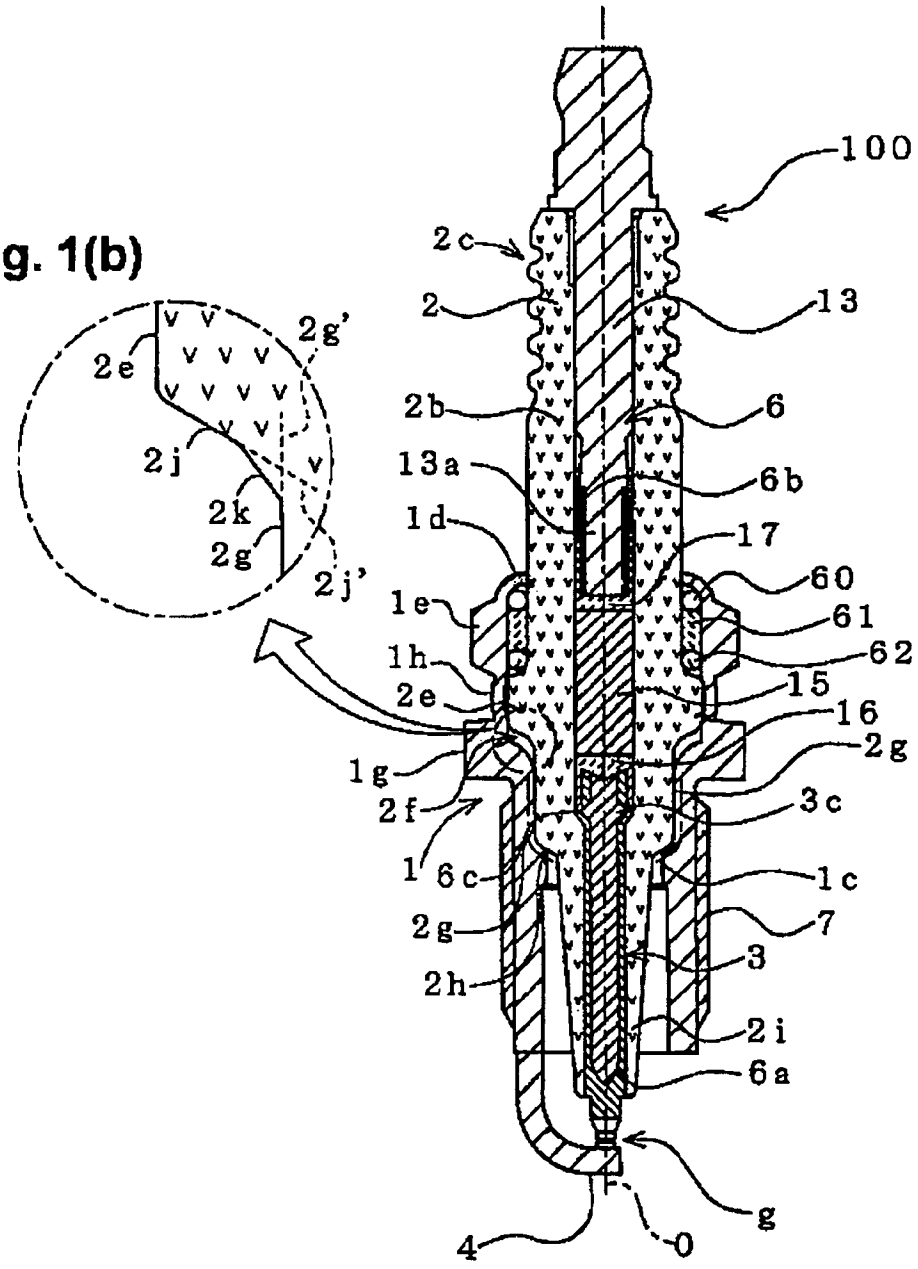

100
2c
2
13
2b
6
13a
6b
1d
17
60
1e
61
62
1h
2e
15
16
2g
1g
2f
3c
1
6c
1c
2g
7
2h
3
2i
6a
g
4
0

Fig. 1(b)

2g'
2e
2j
2k
2g
2j'

Fig. 2 (a)

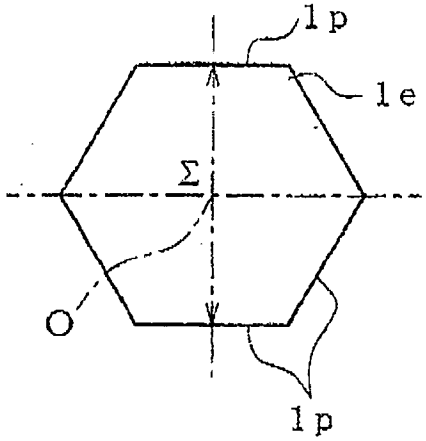


Fig. 2 (b)

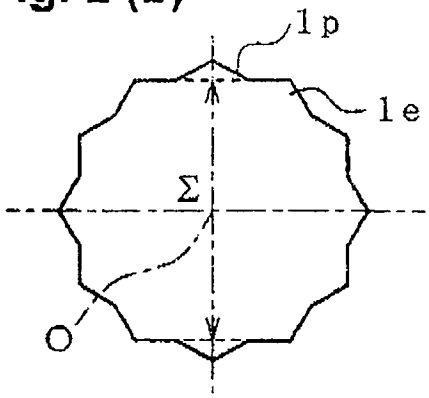


Fig. 3

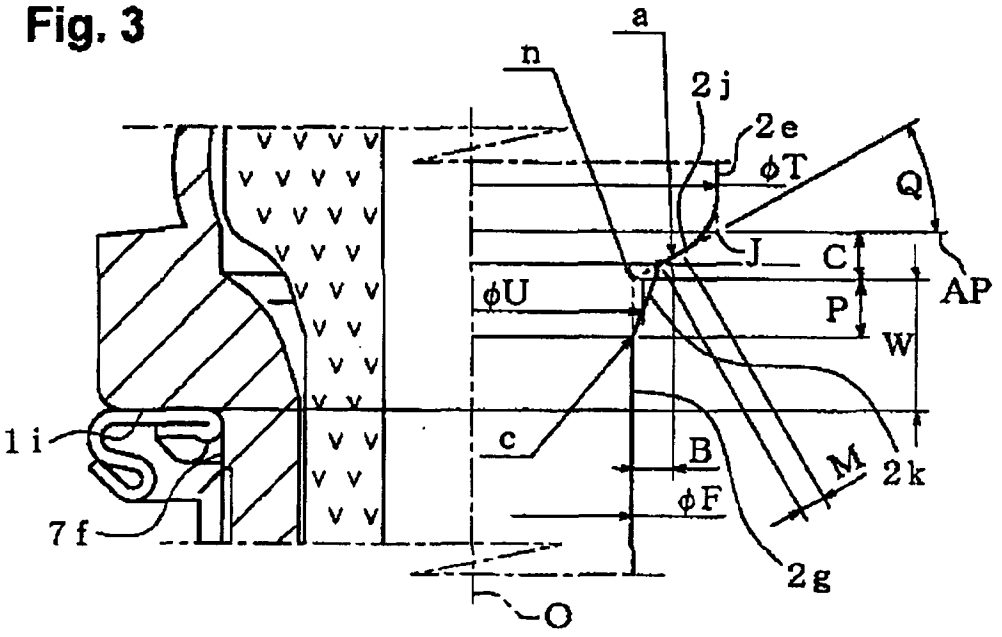


Fig. 4

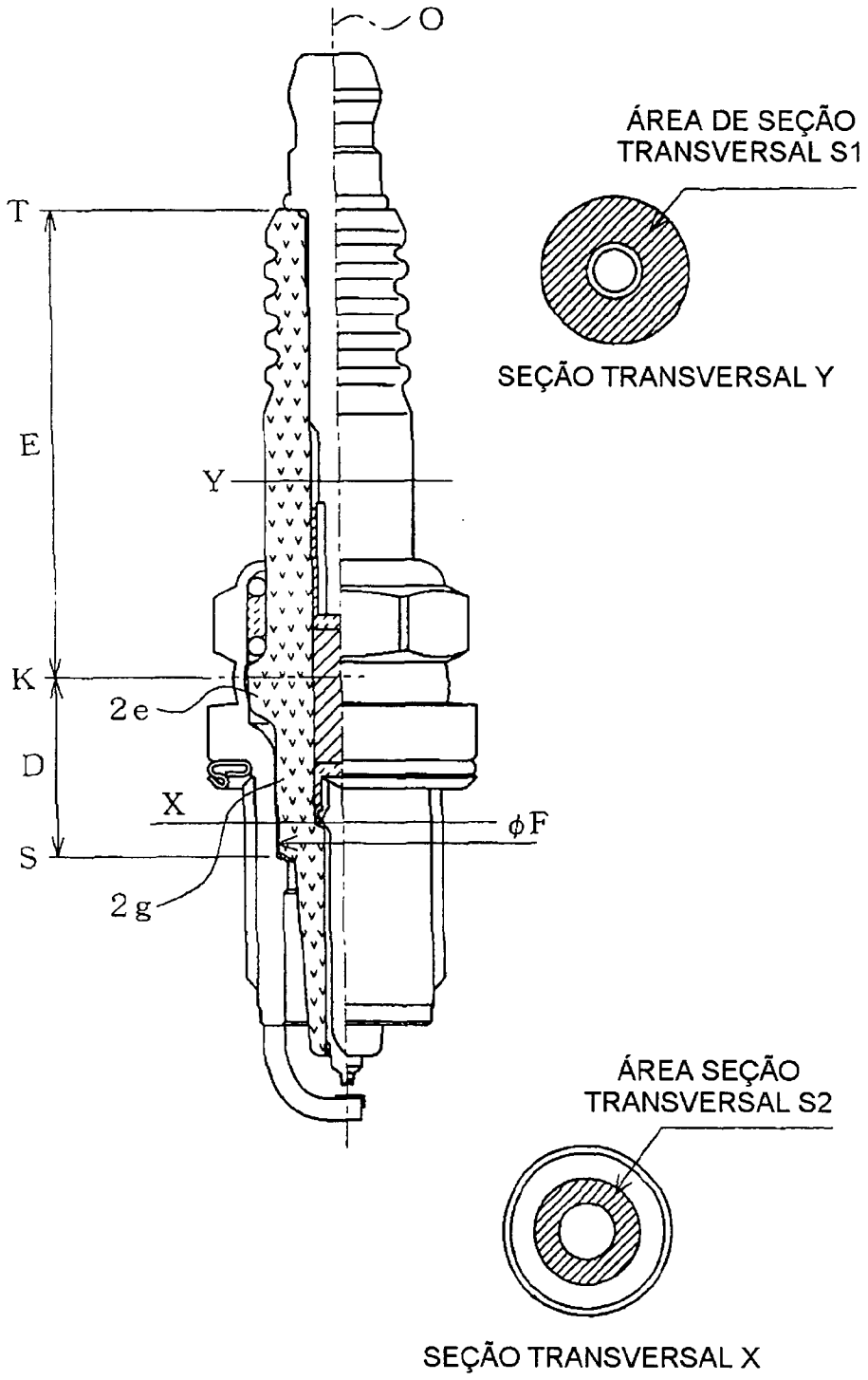

O
ÁREA DE SEÇÃO TRANSVERSAL S1
SEÇÃO TRANSVERSAL Y
T
E
Y
K
2e
D
X
ϕF
S
2g
ÁREA SEÇÃO TRANSVERSAL S2
SEÇÃO TRANSVERSAL X

Fig. 5 (a)

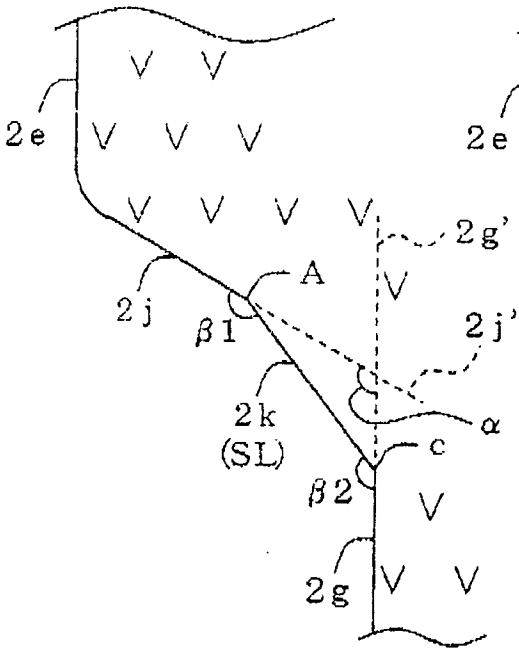


Fig. 5 (b)

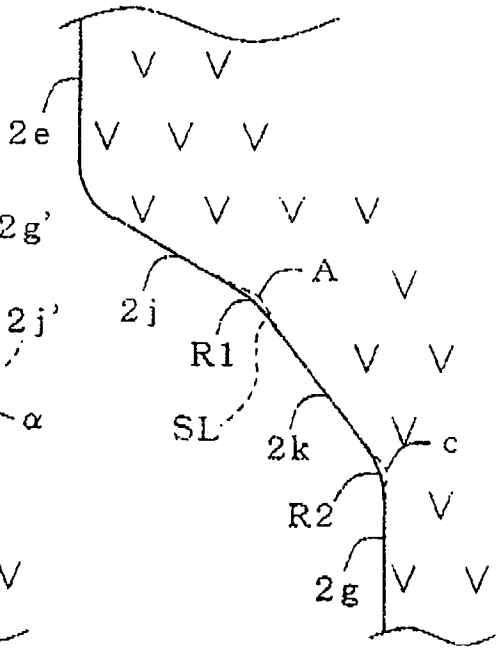


Fig. 5 (c)

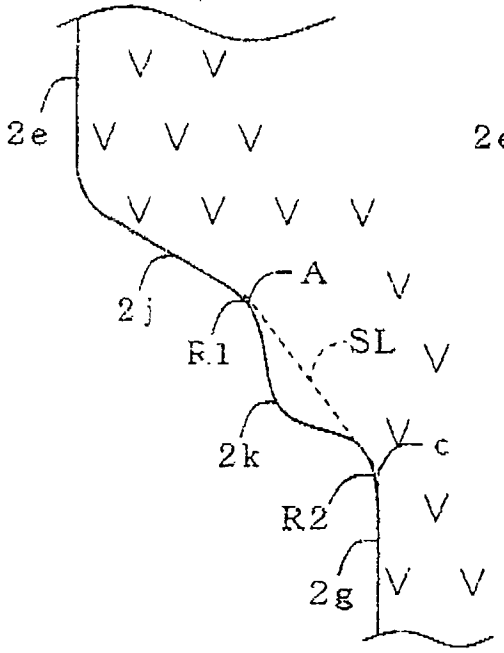


Fig. 5 (d)

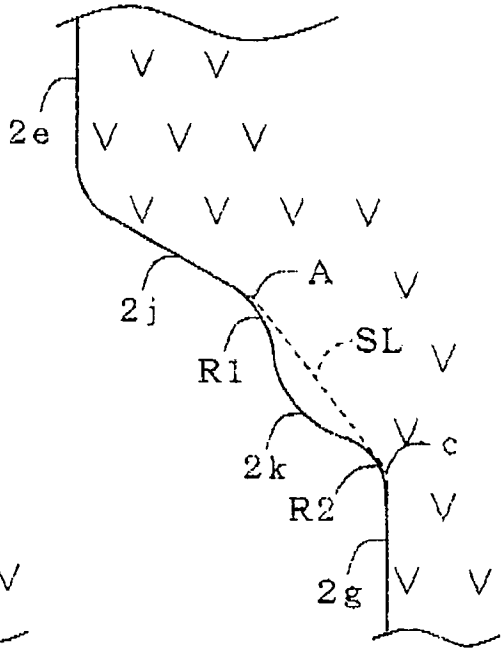


Fig. 6 (a)

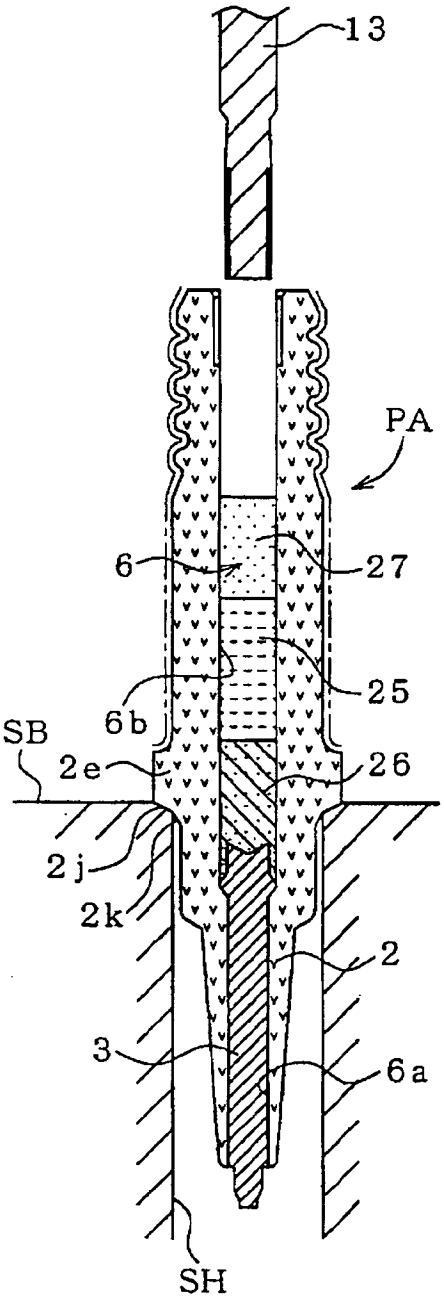

13
PA
6
27
25
6b
SB
2e
26
2j
2k
2
3
6a
SH

Fig. 6 (b)

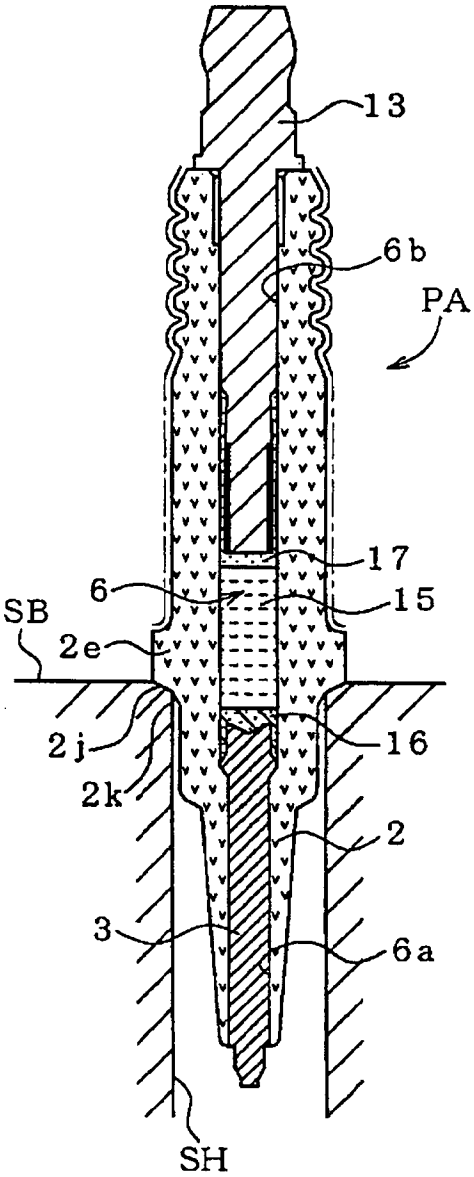

13
6b
PA
17
6
15
SB
2e
2j
16
2k
2
3
6a
SH

Fig. 7

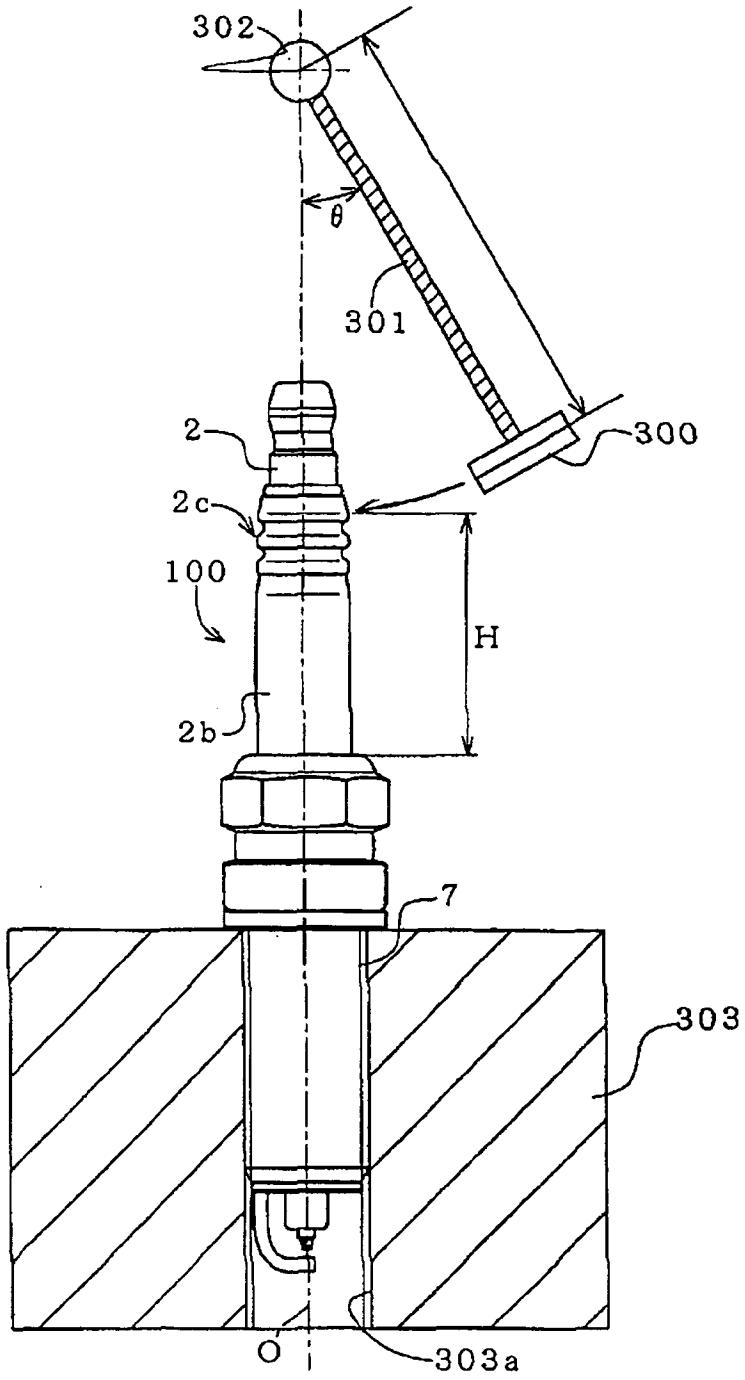


Fig. 8

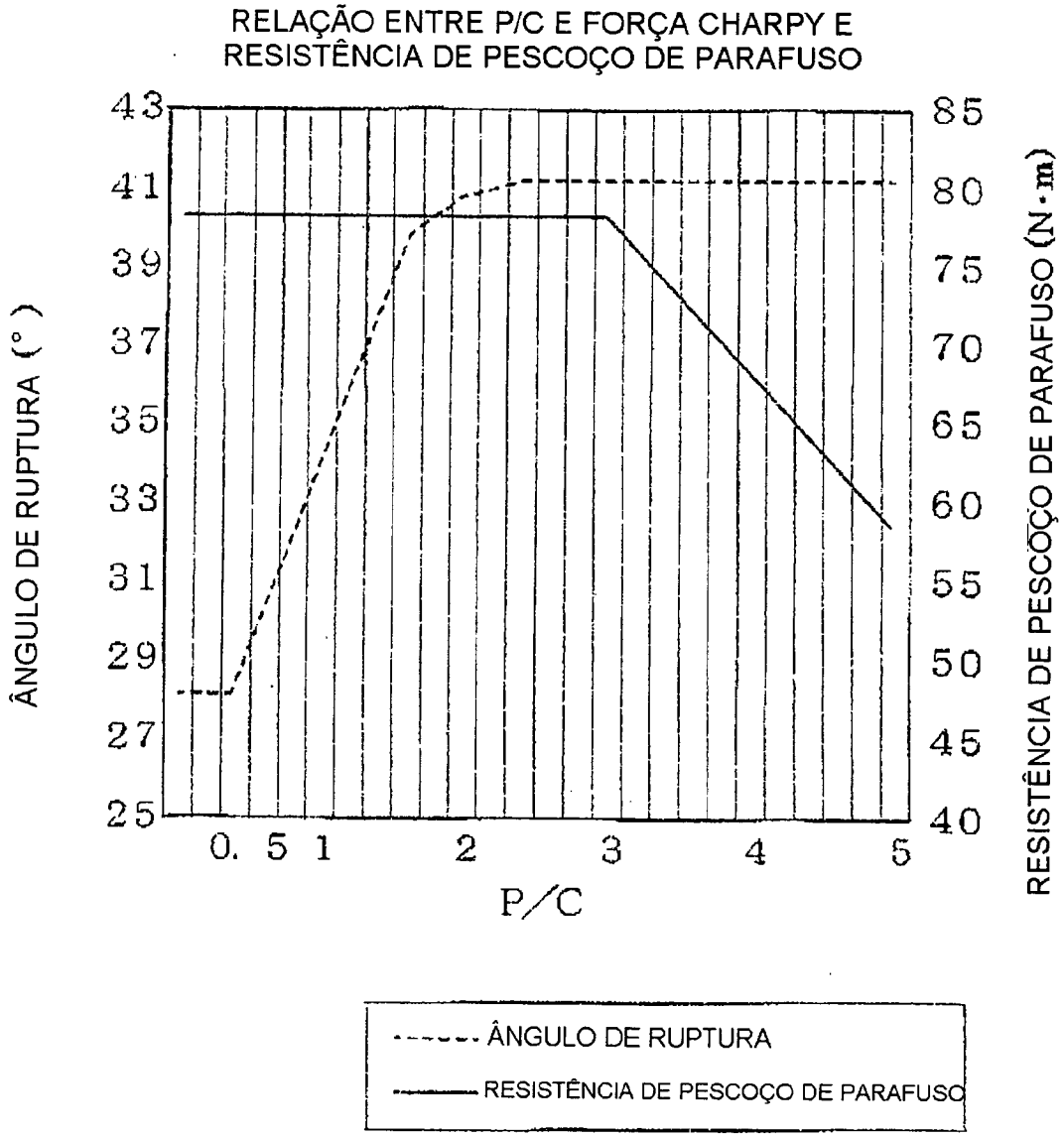
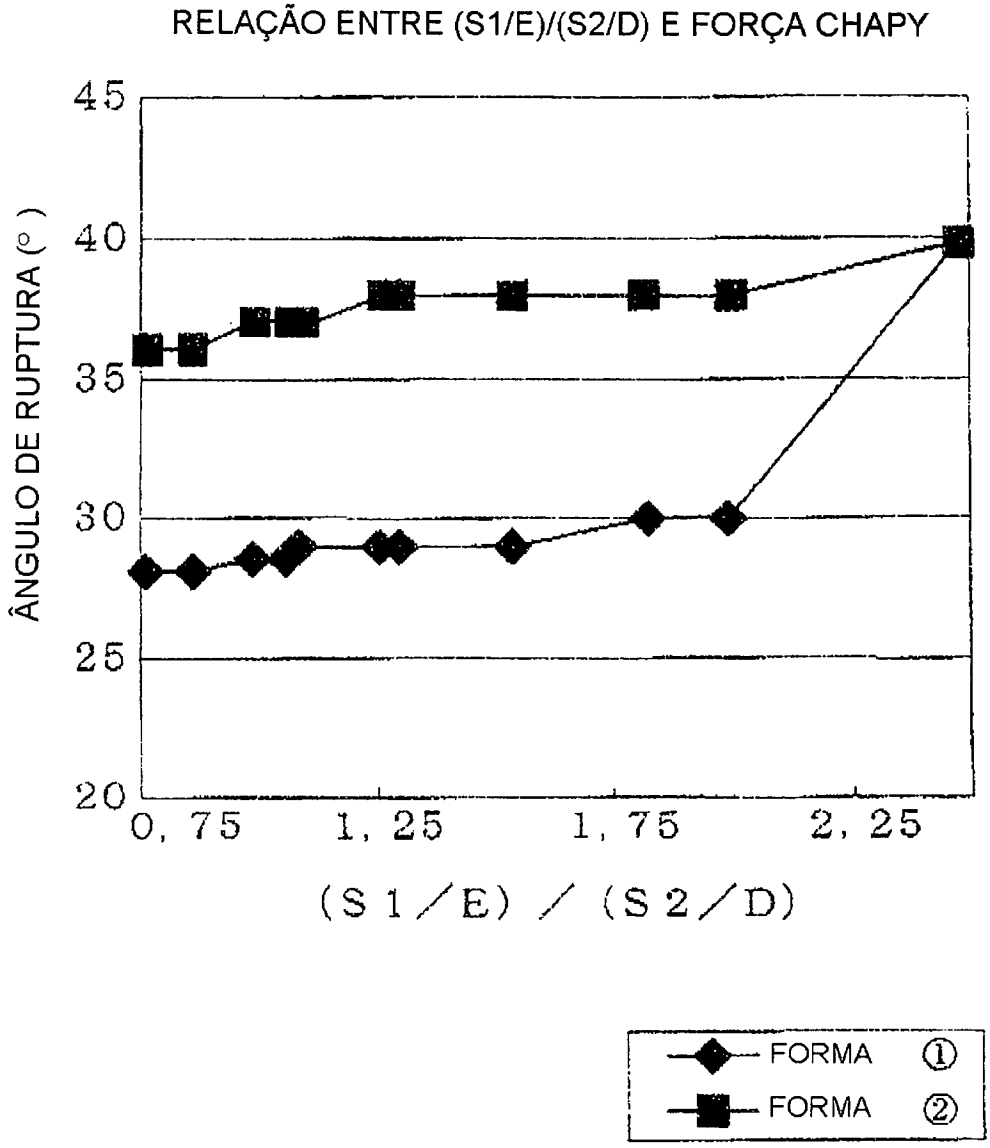

RELAÇÃO ENTRE P/C E FORÇA CHARPY E
RESISTÊNCIA DE PESCOÇO DE PARAFUSO
ÂNGULO DE RUPTURA (°)
RESISTÊNCIA DE PESCOÇO DE PARAFUSO (N·m)
43
41
39
37
35
33
31
29
27
25
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
0. 5 1 2 3 4 5
P/C
ÂNGULO DE RUPTURA
RESISTÊNCIA DE PESCOÇO DE PARAFUSO

Fig. 9


RELAÇÃO ENTRE (S1/E)/(S2/D) E FORÇA CHAPY
ÂNGULO DE RUPTURA (°)
45
40
35
30
25
20
0, 75
1, 25
1, 75
2, 25
(S 1 / E) / (S 2 / D)
FORMA ①
FORMA ②