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

(11) PI 0910437-2 B1

(22) Data do Depósito: 25/03/2009

(45) Data de Concessão: 03/07/2018

(54) Título: MATERIAL DE LIGA SINTERIZADA BASEADA EM FERRO PARA SEDE DE VÁLVULA

(51) Int.Cl.: C22C 33/02; C22C 19/07; C22C 38/00; C22C 38/44; F01L 3/02; B22F 5/00

(30) Prioridade Unionista: 31/03/2008 JP 2008-093436

(73) Titular(es): NIPPON PISTON RING CO., LTD.

(72) Inventor(es): KENICHI SATO; TAKESHI HANIU; HIROSHI OSHIGE

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MATERIAL DE LIGA SINTERIZADA BASEADA EM FERRO PARA SEDE DE VÁLVULA".**

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção refere-se a um material de liga sinterizada baseada em ferro adequado para uma sede de válvula de um motor de combustão interna e, particularmente, a um aprimoramento na resistência mecânica e usinabilidade de um material de liga sinterizada baseada em ferro.

ANTECEDENTE DA TÉCNICA

[002] A sede de válvula é uma porção que serve como uma sede de válvula para uma válvula de admissão ou uma válvula de escape necessária para manter uma câmara de combustão hermética ao ar em contato com uma face de válvula. As principais funções de uma sede de válvula incluem (1) uma função hermética ao ar, isto é, impedir que um gás comprimido ou um gás de combustão vaze de um coletor, (2) uma função de condução térmica, isto é, liberação do calor de uma válvula de um cabeçote e (3) uma função de resistência ao desgaste, isto é, resistente contra uma colisão em um assentamento da válvula e um desgaste em uma situação de alta carga e alta temperatura. Além disso, as características adquiridas sobre uma sede de válvula incluem (1) baixa agressão oposta sobre uma face da válvula, (2) preço razoável e (3) fácil usinabilidade. Portanto, um material de liga sinterizada baseada em ferro é aplicado a uma sede de válvula de um motor de combustão interna para satisfazer as funções e características mencionadas acima.

[003] Um material de liga sinterizada baseada em ferro é obtido mediante moldagem por compressão na qual um pó metálico ou similares é colocado em um molde de metal, seguido por aquecido do molde com o pó em uma temperatura igual a ou menor do que o ponto

de fusão e será submetido a um tratamento térmico ou de outro modo, se requerido. O material de liga sinterizada baseado em ferro se torna vantajoso por conter quantidades adequadas de carbono, cobre, níquel e similares, além de ferro como um componente principal pelo fato de que (1) as propriedades mecânicas, resistência ao desgaste, resistência térmica e similares são aprimoradas pelos elementos misturados de forma a aperfeiçoar a resistência ao desgaste de uma liga sinterizada, (2) a usinabilidade de um produto é aprimorada, (3) a redução de custo pela produtividade aprimorada é aumentada e assim por diante.

[004] Contudo, as especificações requeridas sobre os materiais para constituição de partes automotivas têm se tornado rigorosas ano após ano, bem como para outras várias máquinas, isto é, aprimoramento adicional sobre as características mecânicas, processabilidade, tal como usinabilidade e produtividade estável e redução dos custos de fabricação são requeridos. Para uma sede de válvula, isso não é uma exceção e sedes de válvula para motores de combustão interna tendo características melhores do que as características mecânicas de sedes de válvula convencionais para motores de combustão interna têm sido requeridas.

[005] Como resposta a tais requisitos, o Documento de Patente 1 descreve uma sede de válvula com excelente resistência ao desgaste com pobre agressividade oposta a uma face da válvula constituída de 10 a 20% por área, em uma proporção de área, de uma primeira partícula dura, a qual é uma partícula de composto intermetálico baseado em cobalto tendo um diâmetro de partícula de 10 a 150 μm e uma dureza igual a ou maior do que 500HV0,1 e menos de 800HV0,1 e 15 a 35% por área, em uma proporção de área, de uma segunda partícula dura a qual é uma partícula de composto intermetálico baseado em cobalto tendo um diâmetro de partícula de 10 a 150 μm e uma dureza

igual a ou superior a 800HV0,1 e menos de 1100HV0,1 e compõem a proporção de área total ocupada por ambas dispersas em uma matriz de ferro tendo 25 a 55% por área.

[006] (Documento de Patente 1) Patente Japonesa aberta a Inspeção Pública No. 2005-248234

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

PROBLEMAS A SEREM RESOLVIDOS PELA INVENÇÃO

[007] Contudo, mesmo que a combinação de partículas compostas intermetálicas baseadas em cobalto descrita na tecnologia convencional seja aplicada e quando uma liga sinterizada baseada em ferro dispersa com o composto em uma matriz de ferro seja usada para uma sede de válvula de um motor de combustão interna, a resistência ao desgaste requerida para motores de combustão interna nunca pode ser obtida sem adicionar uma grande quantidade de partículas duras, isto é, uma grande quantidade das partículas duras é requerida para aumentar a resistência ao desgaste. Como um resultado, deficiências causadas por aumento da quantidade das partículas duras adicionadas à liga sinterizada baseada em ferro são pobre tenacidade da liga sinterizada baseado em ferro, agressividade oposta a uma face da válvula aumentada e pobre usinabilidade.

[008] Por exemplo, o Documento de Patente 1 descreve uma combinação de dois tipos de partículas duras dispersas em uma matriz de ferro, uma das quais é "uma partícula de composto intermetálico baseado em cobalto que tem uma baixa agressividade oposta e tendo um diâmetro de partícula de 10 a 150 μm" e a outra das quais é "uma partícula de composto intermetálico baseado em cobalto tendo uma dureza aumentada e uma excelente resistência ao desgaste e tendo um diâmetro de partícula de 10 a 150 μm". Quando uma liga sinterizada baseada em ferro no Documento de Patente 1 foi usada como uma sede de válvula, obteve-se um efeito de satisfação de resistência ao

desgaste da sede de válvula e diminuição da agressividade oposta. Contudo, a deficiência é que algumas vezes é difícil satisfazer todos os requisitos de resistência ao desgaste, resistência mecânica e usinabilidade na sede de válvula.

[009] Conforme descrito acima, uma vida longa, um alto poder e uma eficiência aprimorada de consumo de combustível são fortemente requeridos para motores de combustão interna representados por motores automotivos e um material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula tem requerido não apenas a resistência ao desgaste e agressividade oposta a uma face da válvula diminuída, os quais têm uma influência sobre a estabilidade de desempenho de motores de combustão interna, mas também resistência ao desgaste, resistência mecânica e usinabilidade aprimoradas de uma sede de válvula.

[0010] A presente invenção descrita aqui depois foi obtida considerando-se os problemas na tecnologia convencional e um objetivo é proporcionar um produto no qual a quantidade de partículas duras adicionadas para aprimorar a resistência ao desgaste de uma sede de válvula de um motor de combustão interna é aumentada, mas excelente equilíbrio na resistência mecânica e usinabilidade da sede de válvula é obtido.

MEIOS PARA RESOLVER OS PROBLEMAS

[0011] Então, para resolver os problemas mencionados acima, os presentes inventores focalizaram atenção à distribuição de tamanho de partícula e à dureza de dois tipos de partículas duras dispersas em uma textura de um material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula e estudaram a influência de uma diferença nas posições superiores de pico dos tamanhos de partícula nas curvas de distribuição de tamanho de partícula sobre as funções e características da sede de válvula. Como um resultado, os presentes inventores acre-

ditam que as especificações sobre uma diferença nos tamanhos de partícula em partes superiores de picos de curvas de distribuição de tamanho de partícula em dois tipos de partículas duras, um teor das partículas duras e uma diferença na dureza podem ser uma solução dos problemas mencionados acima.

[0012] O material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção é um material de liga sinterizada baseada em ferro compreendendo dois tipos de partículas duras, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura dispersas em uma matriz de liga sinterizada baseada em ferro, em que o material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula usa seletivamente os dois tipos de partículas duras, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura, as quais satisfazem todas as condições 1 a 4 descritas abaixo.

[0013] Condição 1: como a primeira partícula dura, a partícula dura tendo um diâmetro médio primário de partícula de 5 a 20 μm é usada;

[0014] Condição 2: como a segunda partícula dura, a partícula dura tendo um diâmetro médio primário de partícula de 20 a 150 μm é usada;

[0015] Condição 3: na partícula dura misturada obtida mediante mistura dos dois tipos de partículas dura, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura, uma curva de distribuição de tamanho de partícula, medida através de análise de dispersão por difração a *laser*, tem N picos (N é um número inteiro igual a ou maior do que 2) e, quando diâmetros de partícula correspondendo às posições superiores de pico são denotados como D_{T1} a D_{TN}, uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico entre pelo menos uma vizinhança D_{Tn-1} e D_{Tn} ($|D_{Tn-1} - D_{Tn}|$: n é um número inteiro igual a ou maior do que 2 e igual a ou menor do que N) está na faixa de 15 a 100 μm em pelo menos uma vizinhança D_{Tn-1} e D_{Tn}; e

[0016] Condição 4: a proporção de área total ocupada pela primeira partícula dura e a segunda partícula dura que constituem a partícula dura misturada na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro é de 10 a 60% por área.

[0017] No material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção, a primeira partícula dura e a segunda partícula dura são, de preferência, uma partícula durante tendo uma Dureza de Vickers na faixa de 650HV0,1 to 1100HV0,1.

[0018] No material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção, é preferível que a primeira partícula dura e a segunda partícula dura compreendam qualquer composição selecionada da composição 1 de composto intermetálico baseado em cobalto, composição 2 de composto intermetálico baseado em cobalto e composição de composto intermetálico baseado em ferro descritas abaixo.

COMPOSIÇÃO 1 DE COMPOSTO INTERMETÁLICO BASEADO EM COBALTO

Silício: 0,5 a 4,0% em peso

Cromo: 5,0 a 20,0% em peso

Molibdênio: 20,0 a 40,0% em peso

O equilíbrio: cobalto e impurezas inevitáveis

COMPOSIÇÃO 2 DE COMPOSTO INTERMETÁLICO BASEADO EM COBALTO

Silício: 0 a 4,0% em peso

Níquel: 5,0 a 20,0% em peso

Cromo: 15,0 a 35,0% em peso

Molibdênio: 15,0 a 35,0% em peso

O equilíbrio: cobalto e impurezas inevitáveis

COMPOSIÇÃO DE COMPOSTO INTERMETÁLICO BASEADO EM

FERRO

Cobalto: 10,0 a 20,0% em peso

Níquel: 2,0 a 20,0% em peso

Cromo: 12,0 a 35,0% em peso

Molibdênio: 12,0 a 35,0% em peso

O equilíbrio: ferro e impurezas inevitáveis

[0019] No material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção, o material de liga sinterizada baseada em ferro contém dois ou mais constituintes de liga selecionados de carbono, silício, cromo, molibdênio, cobalto, níquel, cobre, tungstênio e vanádio, na faixa de 13,0 a 90,0% em peso na textura.

[0020] No material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo a presente invenção, a textura do material de liga sinterizada baseada em ferro compreende, de preferência, um pó lubrificante sólido de um sulfeto ou um fluoreto na faixa de 0,2 a 5,0% em área contra 100% em área da proporção de área ocupada por uma primeira partícula dura, uma segunda partícula dura e uma matriz.

[0021] A sede de válvula de um motor de combustão interna de acordo com a presente invenção é caracterizada pelo fato de que ela é fabricada usando o material de liga sinterizada baseada em ferro mencionado acima para uma sede de válvula. Além disso, o material de liga sinterizada baseada em ferro pode, adicionalmente, ser aplicado a vários tipos de partes mecânicas, partes de rolamento, partes para contatos eletrônicos e partes que exijam resistência ao desgaste.

VANTAGENS DA INVENÇÃO

[0022] No material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção, mesmo se a quantidade de uma partícula dura adicionada a um material de liga sin-

terizada baseada em ferro usado para a fabricação de uma sede de válvula é aumentada de forma a aprimorar a resistência ao desgaste da sede de válvula de um motor de combustão interna, resistência ao desgaste, resistência mecânica e usinabilidade preferíveis que suportam condições de uso adversas do motor de combustão interna podem ser mantidas em bom equilíbrio. Portanto, na sede de válvula obtida usando o material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de bactéria, uma boa superfície trabalhada por meio de usinagem pode ser formada e o interior hermético ao ar aprimorado para uma câmara de combustão quando uma válvula é assentada pode ser proporcionado. Além disso, uma vez que o material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção tem resistência suficiente como uma sede de válvula, o requisito de uma vida longa como um motor de combustão interna pode ser obtido.

MELHOR MODO PARA REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

[0023] Aqui depois, uma modalidade do material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção será descrito.

[0024] O material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção é um material de liga sinterizada baseada em ferro no qual dois tipos de partículas duras, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura, são dispersos em uma matriz de uma liga sinterizada baseada em ferro e é caracterizado pelo fato de que os dois tipos de partículas dura, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura, os quais satisfazem todas as condições 1 a 4 descritas abaixo, são seletivamente usados.

[0025] A condição 1 usa, de preferência, uma partícula dura tendo um diâmetro médio primário de partícula de 5 a 20 μm como uma pri-

meira partícula dura e a condição 2 usa, de preferência, uma partícula dura tendo um diâmetro médio primário de partícula de 20 a 150 μm como uma segunda partícula dura. Isto é, o material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção é obtido mediante dispersão de uma partícula dura misturada de dois tipos, uma primeira partícula dura tendo um diâmetro médio primário de partícula de 5 a 20 μm e uma segunda partícula dura tendo um diâmetro médio primário de partícula de 20 a 150 μl, em uma matriz de uma liga sinterizada baseada em ferro. Aplicando a combinação da primeira partícula dura e da segunda partícula dura tendo tal faixa de diâmetro de partícula, um material sinterizado em um estado adequado como o material de liga sinterizada baseada em ferro de acordo com a presente invenção pode ser obtido. Portanto, quando um material de liga sinterizada baseada em ferro é fabricado usando apenas uma primeira partícula dura, as partículas tendem a agregar porque o diâmetro médio primário de partícula é tão fino quanto 5 μm a 20 μm para obter o efeito de que uma partícula se torne dura e eleva o custo de fabricação. Assim, não é preferível. Em contraste, quando um material de liga sinterizada baseada em ferro é fabricado usando apenas uma segunda partícula dura, a agressividade oposta a uma face da válvula é aumentada porque o diâmetro médio primário de partícula é tão grande quanto 20 a 150 μm e, ainda, o custo de fabricação é elevado ao realizar um tempo de sinterização mais longo em virtude da dificuldade de sinterizar as partículas em um processo de sinterização e outros fatores. Assim, não é preferível.

[0026] Conforme descrito acima, os diâmetros médios primários de partícula de partículas duras dispersas na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção são de 5 a 20 μm para a primeira partícula dura e 20 a 150 μm para a segunda partícula dura. Isto é, pode-se dizer que

um diâmetro médio primário de partícula das partículas duras usadas é de 5 a 150 μm. A razão é que, em virtude de uma partícula dura tendo um diâmetro médio primário de partícula de menos de 5 μm ser muito fina, difusão em uma matriz de liga sinterizada baseada em ferro tende a ocorrer em um processo de sinterização e pode falhar em conferir um efeito de fortalecimento, isto é, nenhum efeito esperado da partícula dura mediante dispersão da partícula. Assim, não é preferível. Em contraste, quando uma partícula dura tendo um diâmetro de partícula igual a ou maior do que 150 μm, a partícula dura dispersa na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro é muito grande e quando o material de liga sinterizada baseada em ferro é usado como uma sede de válvula, rachadura e desprendimento de lascas da partícula tende a ocorrer e a agressividade oposta a uma face da válvula é aumentada. Assim, não é preferível.

[0027] A condição 3 é: uma partícula dura misturada obtida mediante mistura dos dois tipos de partículas duras, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura, uma curva de distribuição de tamanho de partícula medida através de análise de dispersão por difração a laser tem N picos (N é um número inteiro igual a ou maior do que 2) e, quando diâmetros de partícula correspondendo às posições superiores de pico são denotados como D_{T1} to D_{TN}, uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico entre pelo menos uma vizinhança D_{Tn-1} e D_{Tn} ($|D_{Tn-1} - D_{Tn}|$: n é um número inteiro igual a ou maior do que 2 e igual a ou menor do que N) está, de preferência, na faixa de 15 a 100 μm em pelo menos uma vizinhança D_{Tn-1} e D_{Tn}. O material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção é caracterizado pelo fato de que a partícula dura misturada usada tem uma curva de distribuição de tamanho de partícula, medida através de análise de dispersão por difração a laser, que tem N picos (N é um número inteiro igual a ou maior

do que 2) e, quando diâmetros de partícula correspondendo às posições superiores de pico são denotados como D_{T1} a D_{TN}, é preferível que uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico entre pelo menos uma vizinhança D_{Tn-1} e D_{Tn} ($|D_{Tn-1} - D_{Tn}|$: n é um número inteiro igual a ou maior do que 2 e igual a ou menor do que N) esteja na faixa de 15 a 100 μm em uma vizinhança D_{Tn-1} e D_{Tn} (aqui depois, "uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico entre D_{Tn-1} e D_{Tn} ($|D_{Tn-1} - D_{Tn}|$: n é um número inteiro igual a ou maior do que 2 e igual a ou menor do que N)" é referida como "uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico"). Aqui, quando a diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico é menos de 15 μm, a diferença no diâmetro de partícula entre as partículas duras é pequena. Em tal caso, uso de partículas duras de dois diâmetros de partícula diferentes se torna inexpressível e resulta em dificuldade de obtenção de um material de liga sinterizada baseada em ferro com resistência e usinabilidade aprimoradas requerido para um material de sede de válvula e é difícil obter o aprimoramento na resistência ao desgaste e a redução da agressividade oposta a uma face da válvula quando o material de liga sinterizada baseada em ferro é usado como uma sede de válvula. Assim, não é preferível. Em contraste, quando a diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico excede a 100 μm, a quantidade de uma partícula dura grande é muita e a agressividade oposta a uma face da válvula se torna grave. Ainda, uma vez que um estado de dispersão homogênea da partícula dura em uma textura de um material de liga sinterizada baseada em ferro dificilmente pode ser obtido, o que torna a resistência mecânica e tenacidade pobres, isto é, não é preferível usar tal material de liga sinterizada baseada em ferro como uma sede de válvula.

[0028] Quando a curva de distribuição de tamanho de partícula tem três ou mais partes superiores de picos, é preferível que qualquer

uma das diferenças de diâmetro de partícula entre partes superiores de picos vizinhos esteja na faixa de 15 μm a 100 μm. Se quaisquer diferenças de diâmetro de partícula entre partes superiores de picos vizinhos satisfaz o requisito de tal forma, pela razão mencionada acima, todos de aprimoramento na resistência ao desgaste, a redução da agressividade oposta a uma face da válvula e aprimoramento na resistência mecânica podem ser obtidos quando o material de liga sinterizada baseada em ferro é usado como uma sede de válvula. Assim, é preferível.

[0029] A condição 4 é: em uma textura de um material de liga sinterizada baseada em ferro, é preferível que a proporção de área total ocupada pela primeira partícula dura e a segunda partícula dura que constituem a partícula dura misturada na textura da liga sinterizada baseada em ferro seja de 10 a 60% por área. Quando a proporção de área total é menos de 10% por área, uma vez que a quantidade das partículas duras contidas na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro se torna pequena, resultando em pobre resistência ao desgaste, isto é, o uso da partícula dura se torna inexpressível. Assim, não é preferível. Em contraste, quando a proporção de área total excede a 60% por área, uma vez que a quantidade das partículas duras contidas na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro é muito alta e resulta em pobre processabilidade, tenacidade e resistência ao impacto requeridas para um material de sede de válvula, a agressividade oposta a uma face da válvula se torna grave. Assim, não é preferível. Isto é, as partículas duras contidas em um material de liga sinterizada baseada em ferro podem proporcionar uma sede de válvula tendo uma qualidade mais estabilizada quando a proporção de área total ocupada pela primeira partícula dura e a segunda partícula dura está na faixa mencionada acima.

[0030] Na proporção de área total de partículas duras na condição

4 descrita acima, é mais preferível que a proporção de área ocupada por uma de uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura tenha uma proporção de área total de 2 a 40% e a menor proporção de área ocupada por outra de uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura seja um valor obtido subtraindo-se a proporção de área ocupada por uma de uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura da proporção de área total. Quando a proporção de área de uma partícula dura é menos de 2% por área, exatamente o mesmo resultado quando um tipo das partículas duras é usado é proporcionado e torna difícil o aprimoramento na resistência e usinabilidade requeridas para um material de sede de válvula e também torna difícil obter o aprimoramento na resistência ao desgaste e a redução da agressividade oposta a uma face da válvula quando o material de liga sinterizada baseada em ferro é usado como a sede de válvula. Assim, não é preferível. Em contraste, quando a proporção de área de uma partícula dura da mesma excede a 40% por área e a proporção de área da outra partícula dura é de 2% por área, a qual é o limite mínimo, exatamente o mesmo resultado conforme quando um tipo das partículas duras é usado poderia proporcionado, conforme descrito acima. Assim, não é preferível. Isto é, a primeira partícula dura e a segunda partícula dura dispersas em bom equilíbrio e de modo não desuniforme em uma textura de um material de liga sinterizada baseada em ferro pode impedir a pobre resistência ao desgaste, a qual é obtida quando apenas a primeira partícula dura é usada e impede a agressividade oposta a uma face da válvula e a pobre resistência mecânica, as quais são obtidas quando apenas a segunda partícula dura é usada e permite proporcionar uma sede de válvula tendo uma qualidade mais estabilizada.

[0031] Como um método para a fabricação de um material de liga sinterizada baseada em ferro no qual dois tipos da partícula dura, uma

primeira partícula dura e uma segunda partícula dura, são dispersas, não há limitação especial e qualquer método de metalurgia do pó popular pode ser empregado.

[0032] No material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção, a primeira partícula dura e a segunda partícula dura que constituem a partícula dura misturada são, de preferência, uma partícula dura tendo uma Dureza de Vickers na faixa de 650HV0,1 a 1100HV0,1. Quando a Dureza de Vickers das partículas duras é menos de 650HV0,1, ela pode tornar a resistência ao desgaste de um material de liga sinterizada baseada em ferro usado como uma sede de válvula pobre, não obtendo uma vida longa como um motor de combustão interna. Assim, não é preferível. Em contraste, quando a dureza das partículas duras excede a 1100HV0,1, a tenacidade de um material de liga sinterizada baseada em ferro se torna pobre e o material de liga sinterizada baseada em ferro se torna quebradiça, resultando em pobre desempenho de resistência ao impacto. Assim, não é preferível.

[0033] Além disso, é preferível que a diferença na Dureza de Vickers entre dois tipos de partículas duras dispersas em um material de liga sinterizada baseada em ferro é esteja na faixa de 300HV0,1 a 350HV0,1 em alguns casos, dependendo do material das partículas duras. Aqui, dois tipos de partículas duras tendo uma pequena dureza são usados e são dispersos na textura de um material de liga sinterizada baseada em ferro usado como uma sede de válvula. As partículas duras tendo uma alta dureza podem aprimorar a resistência ao desgaste de uma sede de válvula em si. Contudo, uma vez que a usinabilidade da liga sinterizada baseada em ferro trabalhada em uma sede de válvula se torna pobre e a agressividade oposta a uma face da válvula da sede de válvula não pode ser reduzida, isto é, a qualidade como uma sede de válvula não pode ser mantida em bom equilí-

brio. Em contraste, as partículas duras tendo uma baixa dureza podem reduzir a agressividade oposta a uma face da válvula de uma sede de válvula. Contudo, uma vez que a resistência ao desgaste da sede de válvula se torna pobre e a usinabilidade quando a liga sinterizada baseada em ferro é trabalhada em uma sede de válvula se torna pobre em alguns casos, isto é, a qualidade como um material de sede de válvula não pode ser mantida em bom equilíbrio. Portanto, uso apenas da partícula dura tendo uma dureza intermediária pode ser considerado, mas é difícil obter um material de liga sinterizada baseada em ferro com a resistência e usinabilidade aprimoradas requeridas como um material de sede de válvula. Além disso, também é difícil obter o aprimoramento na resistência ao desgaste quando o material de liga sinterizada baseada em ferro é usado como uma sede de válvula e a redução da agressividade oposta a uma face da válvula. Assim, em alguns casos, é preferível proporcionar uma determinada diferença de dureza entre uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura, dependendo dos materiais das partículas duras.

[0034] No material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção, a primeira partícula dura e a segunda partícula dura que constituem uma partícula dura misturada compreendem, de preferência, qualquer uma das composições da composição 1 de composto intermetálico baseado em cobalto, composição 2 de composto intermetálico baseado em cobalto e uma composição de composto intermetálico baseado em ferro, descritas abaixo . Isto é, dois tipos de partículas duras usados no material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção são uma combinação de uma partícula de composto intermetálico baseado em cobalto e/ou uma partícula de composto intermetálico baseado em ferro. A partícula de composto intermetálico baseado em cobalto não se torna mole em uma alta tem-

peratura, dura ao desgaste e tem uma alta resistência à corrosão. A partícula de composto intermetálico baseado em ferro tem difusão inferior em uma matriz de um material de liga sinterizada baseada em ferro, conferindo uma capacidade de ligação com a matriz inferior à partícula de composto intermetálico baseado em cobalto. Contudo, a inferioridade pode ser mínima quando a mistura da composição de composto intermetálico baseado em ferro é disposta e tem uma vantagem particular de ser econômica.

[0035] Na composição 1 de composto intermetálico baseado em cobalto, o teor de silício é de 0,5 a 4,0% em peso, o teor de cromo é de 5,0 a 20,0% em peso, o teor de molibdênio é de 20,0 a 40,0% em peso e o equilíbrio é cobalto e impurezas inevitáveis. O composto no qual esses componentes formam mutuamente um composto intermetálico é referido como um composto intermetálico baseado em cobalto. Na composição 2 de composto intermetálico baseado em cobalto, o teor de silício é de 0 a 4,0% em peso, o teor de níquel é de 5,0 a 20,0% em peso, o teor de cromo é de 15,0 a 35,0% em peso, o teor de molibdênio é de 15,0 a 35,0% em peso e o equilíbrio é cobalto e impurezas inevitáveis. Emprego de tais padrões de composição pode aprimorar o desempenho de lubrificação de sólidos das partículas duras.

[0036] É preferível, para a partícula dura, em virtude de aprimoramento nas características de resistência ao desgaste, resistência mecânica e usinabilidade, que um material de liga sinterizada baseada em ferro obtido mediante dispersão da partícula dura que pode ser obtido quando um composto intermetálico baseado em cobalto tendo uma composição descrita acima seja empregado.

[0037] Na composição de composto intermetálico baseado em ferro, o teor de cobalto é de 10,0 a 20,0% em peso, o teor de níquel é de 2,0 a 20,0% em peso, o teor de cromo é de 12,0 a 35,0% em peso, o teor de molibdênio é de 12,0 a 35,0% em peso e o equilíbrio é ferro e

impurezas inevitáveis. O composto no qual esses componentes formam mutuamente um composto intermetálico é referido como um composto intermetálico baseado em ferro. Emprego de tal padrão de composição pode aprimorar o desempenho de lubrificação de sólidos da partícula dura.

[0038] É preferível, para a partícula dura, em virtude de aprimoramento nas características de resistência ao desgaste, resistência mecânica e usinabilidade, que um material de liga sinterizada baseada em ferro obtido mediante dispersão da partícula dura que pode ser obtido quando um composto intermetálico baseado em ferro tendo uma composição descrita acima seja empregado. Além disso, em virtude do fato de o composto intermetálico baseado em ferro ser mais barato do que o composto intermetálico baseado em cobalto, quando o composto intermetálico baseado em ferro é aplicado para as partículas duras dispersas em um material de liga sinterizada baseada em ferro, uma sede de válvula de um motor de combustão interna tem excelente desempenho de custo pode ser proporcionada.

[0039] A seguir, a textura de um material de liga sinterizada baseada em ferro será descrita. A "matriz" usada na descrição abaixo refere-se à textura de um material de liga sinterizada baseada em ferro excluindo uma partícula dura, um lubrificante sólido e poros formados entre partículas dispersas na textura. É preferível que o material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção contenha dois ou mais constituintes de formação de liga selecionados de carbono, silício, cromo, molibdênio, cobalto, níquel, cobre, tungstênio e vanádio na faixa de 13,0 a 90,0% em peso na textura. Aqui depois, cada constituinte de formação de liga será descrito resumidamente.

[0040] O carbono, como um constituinte de formação de liga, precipita como uma partícula de carbono fina para aprimorar o desempe-

nho do lubrificante sólido ou funciona como um auxiliar para formar substâncias de carbureto ou um composto intermetálico entre o ferro e um elemento de liga descrito abaixo para aprimorar a resistência ao desgaste em uma matriz de ferro. Nesse caso, é preferível que o teor de carbono em uma matriz de ferro seja de 0,5 a 2,0% em peso. Quando o teor de carbono é menos de 0,5% em peso, substâncias de carbureto preferível podem não ser formadas em uma matriz de ferro, dificilmente aprimorando o desempenho do lubrificante sólido, resistência ao desgaste e resistência mecânica. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor de carbono excede a 2,0% em peso, a textura de martensita aumenta, a quantidade de cimentita dura e quebradiça (Fe_3C) se torna excessiva e a quantidade de substâncias de carbureto formadas entre o carbono e outro constituinte de liga se torna excessiva, tornando a matriz de ferro quebradiça. Isto é, o desempenho de resistência ao impacto como um material de liga sinterizada baseada em ferro se torna pobre e a durabilidade e boa usinabilidade são perdidas. Assim, não é preferível.

[0041] É preferível que o teor de silício em uma matriz de ferro seja de 0,2 a 3,0% em peso. Quando o teor de silício é menos de 0,2% em peso, um composto intermetálico preferível não pode ser formado. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor de silício excede a 3,0% em peso, a quantidade de substâncias de carbureto duras e frágeis na matriz de ferro se torna excessiva, tornando a matriz quebradiça. Isto é, o desempenho de resistência ao impacto como um material de liga sinterizada baseada em ferro se torna pobre e a durabilidade e boa usinabilidade são perdidos. Assim, não é preferível.

[0042] O cromo, como um constituinte de formação de liga, é um elemento que forma carbureto de cromo para aprimorar a resistência térmica, resistência à corrosão e resistência ao desgaste. É preferível que o teor de cromo em uma matriz de ferro seja de 0,5 a 4,0% em

peso. Quando o teor de cromo é menos de 0,5% em peso, qualquer um da resistência térmica, resistência à corrosão e resistência ao desgaste pode não ser aprimorada. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor de cromo excede a 4,0% em peso, formação excessiva de carbureto de cromo faz com que o carbureto de cromo segregue sobre os limites da partícula e torna a matriz de ferro e quebradiça. Isto é, o desempenho de resistência ao impacto e boa usinabilidade são perdidos. Assim, não é preferível.

[0043] O molibdênio, como um constituinte de formação de liga, forma carbureto de molibdênio para aprimorar o desempenho do lubrificante sólido e/ou forma um composto intermetálico de ferro-molibdênio o qual aprimora a resistência ao desgaste e a resistência ao amolecimento da têmpera – OK em uma matriz de ferro. É preferível que o teor de molibdênio na matriz de ferro seja de 0,2 a 5,0% em peso. Quando o teor de molibdênio é menos de 0,2% em peso, uma pequena quantidade de carbureto de molibdênio formada dificilmente aprimora a resistência ao desgaste. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor de molibdênio excede a 5,0% em peso, a formação de carbureto de molibdênio e um composto intermetálico de ferro-molibdênio se torna excessiva. Como um resultado, a matriz de ferro se torna dura e quebradiça, resultando em pobre usinabilidade. Assim, não é preferível.

[0044] O cobalto, como um constituinte de formação de liga existente junto com o carbureto de tungstênio, aprimora grandemente a resistência mecânica e resistência térmica de uma liga sinterizada baseada em ferro. Além disso, a difusão homogênea de outros elementos de liga é promovida e a resistência ao desgaste é intensificada também. É preferível que o teor de cobalto em uma matriz de ferro seja de 0,5 a 6,0% em peso. Quando o teor de cobalto é menos de 0,5% em peso, qualquer um da resistência térmica, resistência à corrosão e

resistência ao desgaste pode não ser aprimorado. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor de cobalto excede a 6,0% em peso, o efeito da adição que excede ao teor já está saturado e a adição excessiva não é econômica. Assim, não é preferível.

[0045] O níquel, como um constituinte de formação de liga, confere a resistência térmica a uma matriz de ferro e aprimora a resistência ao desgaste. É preferível que o teor de níquel na matriz de ferro seja de 0,4 a 5,0% em peso. Quando o teor de níquel é menos de 0,4% em peso, a resistência térmica pode não ser conferida à matriz de ferro. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor de níquel excede a 5,0% em peso, a adição de níquel que excede ao teor já está saturada quando de aprimoramento da resistência térmica. Em contraste, a usinabilidade como um material de liga sinterizada baseada em ferro se torna pobre de acordo com a alta dureza. Assim, não é preferível.

[0046] O cobre, como um constituinte de formação de liga, torna a textura de uma liga sinterizada baseada em ferro fina. É preferível que o teor de cobre na matriz de ferro seja de 0,5 a 3,0% em peso. Quando o teor de cobre é menos de 0,5% em peso, o efeito de tornar a textura fina pode não ser proporcionado e a resistência ao desgaste pode não ser aprimorada. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor de cobre excede a 3,0% em peso, cobre metálico excessivo tende a se precipitar sobre os limites da partícula e/ou entre as partículas duras. Assim, não é preferível.

[0047] O tungstênio forma um carbureto de tungstênio com o carbono para aprimorar a resistência ao desgaste. É preferível que o teor de tungstênio em uma matriz de ferro seja de 0,1 a 1,0% em peso. Quando o teor de tungstênio é menos de 0,1% em peso, uma substância de carbureto pode não ser formada em uma liga sinterizada baseada em ferro, falhando em aprimorar a resistência ao desgaste. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor de tungstênio exce-

de a 1,0% em peso, a quantidade de substâncias de carbureto formadas com o carbono se torna excessivo e a matriz se torna quebradiça. Isto é, o desempenho de resistência ao impacto como um material de liga sinterizada baseada em ferro se torna pobre e a agressividade oposta a uma face da válvula se torna grave. Assim, não é preferível.

[0048] O vanádio forma substâncias de carbureto em uma matriz de ferro para aprimorar a resistência ao desgaste e exibe um efeito de endurecimento por precipitação pelo carbureto de vanádio ao mesmo tempo. É preferível que o teor de vanádio na matriz de ferro seja de 0,1 a 1,0% em peso. Quando o teor de vanádio é menos de 0,1% em peso, o aprimoramento na resistência ao desgaste e resistência mecânica mediante formação de substâncias de carbureto pode não ser obtido. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor de vanádio excede a 1,0% em peso, formação do carbureto de vanádio se torna excessiva, tornando a matriz de ferro dura e quebradiça. Isto é, o desempenho de resistência ao impacto como um material de liga sinterizada baseada em ferro se torna pobre e a boa usinabilidade é perdida. Assim, não é preferível.

[0049] Conforme mostrado na Tabela 3, a composição de carbono, silício, cromo, molibdênio, cobalto, níquel, cobre, tungstênio e vanádio contidos na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção é, de preferência: o teor de carbono é de 1,0 a 1,3% em peso; o teor de silício é de 0,0 a 2,1% em peso; o teor de cromo é de 1,0 a 19,0% em peso; o teor de molibdênio é de 3,0 a 20,0% em peso; o teor de cobalto é de 4,0 a 32,0% em peso; o teor de níquel é de 0,0 a 9,0% em peso; o teor de cobre é de 0,0 a 2,0% em peso; o teor de tungstênio é de 0,0 a 2,0% em peso; e o teor de vanádio é de 0,0 a 0,5% em peso. A razão pela qual as proporções dos teores para cromo, molibdênio, cobalto e níquel são grandes é a difusão dos elementos contidos em

uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura em a textura do material de liga sinterizada baseada em ferro. Em contraste, as proporções dos teores para carbono, silício, cobre, vanádio e similares na textura se tornam pequenos porque as partículas duras e similares, os quais não contêm esses elementos, estão contidos na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro.

[0050] É preferível que o material de liga sinterizada baseada em ferro contenha dois ou mais constituintes de formação de liga seletivamente usados a partir dos constituintes de formação de liga descritos acima na faixa de 13,0 a 90,0% em peso na textura. Em virtude do fato de a liga obtida a partir da condição de mistura de acordo com a presente invenção ter uma dureza relativamente alta, quando a quantidade dos dois ou mais constituintes de formação de liga contidos além de um pó de ferro puro é menos de 13,0% em peso, a resistência mecânica de um material de liga sinterizada baseada em ferro diminui, resultando em pobre resistência ao desgaste de uma sede de válvula. Assim, não é preferível. Em contraste, quando a quantidade dos dois ou mais constituintes de formação de liga contidos além do pó de ferro puro excede a 90,0% em peso, a resistência mecânica do material de liga sinterizada baseada em ferro se torna muito alta, tornando o material de liga sinterizada baseada em ferro quebradiça. Além disso, quando a liga sinterizada baseada em ferro é usada para uma sede de válvula, a agressividade oposta a uma face da válvula se torna grave. Assim, não é preferível.

[0051] O material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção é preferível pelo fato de que a textura do material de liga sinterizada baseada em ferro compreende um pó lubrificante sólido de um sulfeto ou um fluoreto na faixa de 0,2 a 5,0% por área contra 100% por área da proporção de área ocupada por uma primeira partícula dura, uma segunda partícula

dura e uma matriz. Quando o teor de pó lubrificante sólido é menos de 0,2% por área, a função como um lubrificante sólido pode não ter um desempenho suficiente, resultando em adesão entre uma sede de válvula e uma face da válvula. Assim, não é preferível. Em contraste, quando o teor do pó lubrificante sólido excede a 5,0% por área, o efeito da adição excedendo ao teor pode não ser obtido e é inexpressível do ponto de vista econômico. Assim, não é preferível. Ainda, por exemplo, quando uma partícula de sulfeto de manganês e/ou uma partícula de fluoreto de cálcio é usada como partículas lubrificantes sólidas, nenhuma difusão ocorre na sinterização em virtude dos altos pontos de fusão. Além disso, elas tornam a resistência ao atrito e resistência ao desgaste excelentes, mesmo em uma operação em alta temperatura. Assim, elas são preferíveis.

[0052] A sede de válvula de um motor de combustão interna de acordo com a presente invenção é caracterizada pelo fato de que ela é fabricada usando um material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula. A sede de válvula de um motor de combustão interna de acordo com a presente invenção é preferível para aprimorar a estanqueidade em uma câmara de combustão quando uma válvula é assentada porque uma boa superfície trabalhada é formada na usinagem quando ela é fabricada usando o material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula descrita acima. Ainda, uma resistência ao desgaste e resistência mecânica suficientes como uma sede de válvula podem tornar possível a resposta ao requisito de uma vida longa como um motor de combustão interna. Assim, é preferível.

EXEMPLOS

[0053] A presente invenção será descrita em detalhes com referência aos exemplos na presente invenção.

[0054] Nos exemplos do material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção, as

Amostras 1 a 29 tendo diferentes condições de mistura de pó foram preparadas, conforme mostrado na Tabela 1. A Tabela 2 mostra as composições, Durezas de Vickers e diâmetros de partícula de partículas duras e composições de pós de aço em liga usados nas Amostras 1 a 29. Conforme para as partículas duras, um composto intermetálico baseado em cobalto compreendendo silício, cromo, molibdênio e um equilíbrio de cobalto e impurezas inevitáveis ou compreendendo silício, níquel, cromo, molibdênio e um equilíbrio de cobalto e impurezas inevitáveis e um composto intermetálico baseado em ferro compreendendo cobalto, níquel, cromo, molibdênio e um equilíbrio de ferro e impurezas inevitáveis foi usado. As durezas das partículas duras eram de 700HV0,1 para as partículas duras A, E, H e M, 1050HV0,1 para as partículas duras B, C, F, I, J e N, 750HV0,1 para as partículas duras D, K e L e 900HV0,1 para as partículas duras S e T, conforme mostrado na tabela 2. Os diâmetros de partícula das primeiras partículas duras usadas estavam na faixa de 5 μm a 20 μm e os diâmetros de partícula das segundas partículas duras usadas estavam na faixa de 20 μm a 150 μm.

[Tabela 1]

	Amostra	Pó de ferro puro (% em peso)	Pó de aço em liga		Pó aditivo		Primeira partícula dura			Segunda partícula dura			Diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico(μm)	Lubrificante sólido		Proporção de área de partícula dura	Proporção de área de lubrificante sólido (% por área)
			Tipo	% em peso	Tipo	% em peso	Tipo	% em peso	Diâmetro de partícula (μm)	Tipo	% em peso	Diâmetro de partícula (μm)		Tipo	% em peso	A+B (% por área)	
Exemplos	1	85,0	-	0,0	C:1,2	1,2	A	6,9	6.0	H	6,9	23,0	17,0	-	0.0	12,0	0,0
	2	83,7	-	0,0	C:1,3	1,3	B	6,9	10.0	I	8,1	26,0	16,0	-	0.0	13,0	0,0
	3	83,8	-	0,0	C:1,2	1,2	C	8,1	12.0	J	6,9	100,0	88,0	-	0.0	13,0	0,0
	4	43,6	-	0,0	C:1,2	1,2	D	27,6	7.0	N	27,6	50,0	43,0	-	0.0	48,0	0,0
	5	39,0	-	0,0	C:1,2	1,2	A	28,8	6.0	H	31,1	23,0	17,0	-	0.0	52,0	0,0
	6	47,1	-	0,0	C:1,1	1,1	A	6,9	6.0	I	44,9	26,0	20,0	-	0.0	45,0	0,0
	7	47,2	-	0,0	C:1,0	1,0	C	44,9	12.0	N	6,9	50,0	38,0	-	0.0	45,0	0,0
	8	33,4	-	0,0	C:1,0	1,0	D	32,2	7.0	J	33,4	100,0	93,0	-	0.0	57,0	0,0
	9	44,7	-	0,0	C:1,0,Ni:1,5,Cu:1,0	3,5	E	28,8	15.0	K	23,0	31,0	16,0	-	0.0	45,0	0,0
	10	43,9	-	0,0	C:1,0,Ni:1,5,Cu:1,5,Mo:1,5	5,5	B	21,9	10.0	M	28,8	50,0	40,0	-	0.0	44,0	0,0
	11	45,0	-	0,0	C:1,0,Ni:1,5,Cu:1,5,Co:1,5	5,5	E	23,0	15.0	M	26,5	50,0	35,0	MnS	1.0	43,0	1,2
	12	0,0	P	58,5	C:1,2	1,2	C	23,0	12.0	N	17,3	50,0	38,0	-	0.0	35,0	0,0
	13	0,0	Q	62,2	C:1,0	1,0	E	16,1	15.0	L	20,7	103,0	88,0	-	0.0	32,0	0,0
	14	39,9	R	20,0	C:1,0	1,0	D	13,8	7.0	L	25,3	103,0	96,0	-	0.0	34,0	0,0

Amostra	Pó de ferro puro (% em peso)	Pó de aço em liga		Pó aditivo		Primeira partícula dura			Segunda partícula dura			Diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico(μm)	Lubrificante sólido		Proporção de área de partícula dura	Proporção de área de lubrificante sólido (% por área)
		Tipo	% em peso	Tipo	% em peso	Tipo	% em peso	Diâmetro de partícula (μm)	Tipo	% em peso	Diâmetro de partícula (μm)		Tipo	% em peso	A+B (% por área)	
15	0,0	P	55,0	C:1,2,Ni:1,5,Cu:2,0	4,7	C	23,0	12.0	N	17,3	50,0	38,0	-	0.0	35,0	0,0
16	47,8	R	15,0	C:1,0,Co:2,0,Ni:1,0,Cu:1,0	5,0	B	20,7	10.0	N	11,5	50,0	40,0	-	0.0	28,0	0,0
17	32,3	P	30,0	C:1,0,Co:3,0,Ni:1,5	5,5	F	20,7	16.0	N	11,5	50,0	34,0	-	0.0	28,0	0,0
18	45,0	-	0,0	C:1,0,Ni:1,5,Cu:1,5,Co:1,5	5,5	E	23,0	15.0	M	26,5	50,0	35,0	-	0.0	43,0	0,0
19	43,6	-	0,0	C:1,2	1,2	D	27,6	7.0	K	27,6	31,0	24,0	MnS	0.2	48,0	0,4
20	43,6	-	0,0	C:1,2	1,2	D	27,6	7.0	L	27,6	103,0	96,0	CaF_2	2.9	48,0	4,8
21	44,7	-	0,0	C:1,0,Ni:1,5,Cu:1,0	3,5	F	28,8	16.0	N	23,0	50,0	34,0	MnS	0.6	45,0	1,0
22	0,0	Q	62,2	C:1,0	1,0	A	16,1	6.0	K	20,7	31,0	25,0	CaF_2	0.6	32,0	1,0
23	47,8	R	15,0	C:1,0,Co:2,0,Ni:1,0,Cu:1,0	5,0	E	20,7	15.0	N	11,5	50,0	35,0	CaF_2	1.2	28,0	2,0
24	68,9	Q	10,0	C:1,0,Co:2,0,Ni:1,0,Cu:1,0	5,0	S	8,1	10.0	T	8,1	50,0	40,0	-	0.0	14,0	0,0

Amostra	Pó de ferro puro (% em peso)	Pó de aço em liga		Pó aditivo		Primeira partícula dura			Segunda partícula dura			Diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico(μm)	Lubrificante sólido		Proporção de área de partícula dura	Proporção de área de lubrificante sólido (% por área)
		Tipo	% em peso	Tipo	% em peso	Tipo	% em peso	Diâmetro de partícula (μm)	Tipo	% em peso	Diâmetro de partícula (μm)		Tipo	% em peso	A+B (% por área)	
25	67,4	-	0,0	C:1,0,Co:2,0,Ni:1,0,Cu:1,0	5,0	S	17,3	10.0	I	10,4	26,0	16,0	MnS	0.6	24,0	1,0
26	80,4	-	0,0	C:1,2	1,2	A	11,5	6.0	T	6,9	50,0	44,0	-	0.0	16,0	0,0
27	67,4	-	0,0	C:1,0,Co:2,0,Ni:1,0,Cu:1,0	5,0	D	11,5	7.0	T	16,1	50,0	43,0	MnS	0.6	24,0	1,0
28	49,3	-	0,0	C:1,2,Ni:1,5,Cu:2,0	4,7	S	28,8	10,0	L	17,3	103,0	93,0	MnS	0,6	40,0	1,0
29	35,5	-	0,0	C:1,2	1,2	S	34,5	10,0	T	28,8	50,0	40,0	MnS	1,2	55,0	2,0

[0055] Pós- aditivos, partículas duras (primeiras partículas duras e segundas partículas duras) e lubrificantes sólidos foram misturados em um pó de ferro puro e/ou pós de ferro em liga como constituintes principais em combinações e proporções predeterminadas (% em peso), conforme mostrado na Tabela 1. As proporções de mistura são a proporção contra 100% em peso, a qual é a soma dos pesos de uma primeira partícula dura, uma segunda partícula dura e uma matriz na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro. Na Tabela 1, as diferenças de diâmetro de partícula de partes superiores de picos nos pós-misturados de uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura são também descritas. O material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção foi preparado através de mistura de cada pó de acordo com as condições mostradas nas tabelas 1 e 2, enchimento do pó misturado em um molde de metal, moldagem por compressão do pó enchido por uma prensa de moldagem, seguido por sinterização. As diferenças na dureza entre as primeiras partículas duras e as segundas partículas duras eram de 50HV0,1 para as Amostras 9, 13 e 22, 150HV0,1 para as Amostras 25, 27 e 28, 200HV0,1 para a Amostra 26, 300HV0,1 para as Amostras 4 e 8, e 350HV0,1 para as Amostras 6, 10 e 23. As diferenças na dureza entre as primeiras partículas duras e as segundas partículas duras eram de 0HV0,1 para as outras Amostras.

[Tabela 2]

	Tipo	Padrão de Composição	Dureza (HV0.1)	Diâmetro de partícula (μm)
Pó de primeira partícula dura	A	partícula de composto intermetálico baseada em 9,0Cr-30,0Mo-3,0Si-Bal,Co	700	6
	B	partícula de composto intermetálico baseada em 10,0Ni-25,0Cr-25,0Mo-Bal,Co	1050	10
	C	partícula de composto intermetálico baseada em 10,0Ni-25,0Cr-25,0Mo-Bal,Co	1050	12
	D	partícula de composto intermetálico baseada em 15,0Cr-32,0Mo-3,4Si-Bal,Co	750	7
	E	partícula de composto intermetálico baseada em 9,0Cr-30,0Mo-3,0Si-Bal,Co	700	15
	F	partícula de composto intermetálico baseada em 10,0Ni-25,0Cr-25,0Mo-Bal,Co	1050	16
	S	partícula de composto intermetálico baseada em 15,0Co-4,0Ni-16,0Cr-15,0Mo-Bal,Fe	900	10
Pó de segunda partícula dura	H	partícula de composto intermetálico baseada em 9,0Cr-30,0Mo-3,0Si-Bal,Co	700	23
	I	partícula de composto intermetálico baseada em 10,0Ni-25,0Cr-25,0Mo-Bal,Co	1050	26
	J	partícula de composto intermetálico baseada em 10,0Ni-25,0Cr-25,0Mo-Bal,Co	1050	100
	K	partícula de composto intermetálico baseada em 15,0Cr-32,0Mo-3,4Si-Bal,Co	750	31
	L	partícula de composto intermetálico baseada em 15,0Cr-32,0Mo-3,4Si-Bal,Co	750	103
	M	partícula de composto intermetálico baseada em 9,0Cr-30,0Mo-3,0Si-Bal,Co	700	50
	N	partícula de composto intermetálico baseada em 10,0Ni-25,0Cr-25,0Mo-Bal,Co	1050	50
	T	partícula de composto intermetálico baseada em 15,0Co-4,0Ni-16,0Cr-15,0Mo-Bal,Fe	900	50
Pó de aço em liga	P	3,0Cr-0,2Mo-Bal,Fe	-	-
	Q	4,0Ni-1,5Cu-0,5Mo-Bal,Fe	-	-

	Tipo	Padrão de Composição	Dureza (HV0.1)	Diâmetro de partícula (μm)
	R	4Cr-5,0Mo-6,0W-2,0V-Bal,Fe	-	-
Pó de primeira partícula dura (usado apenas no Exemplo Comparativo)	G	Partícula de 60,0Mo-Bal,Fe	1200	13
Pó de segunda partícula dura (usado apenas no Exemplo Comparativo)	O	Partícula de 60,0Mo-Bal,Fe	1200	29

[0056] Ainda, as proporções da partícula dura e um lubrificante sólido contidos no material de liga sinterizada baseada em ferro preparado nos Exemplos indicados em uma proporção de área são mostradas na Tabela 1. A proporção de área é indicada contra 100% por área, a qual é uma área de textura do material de liga sinterizada baseada em ferro contendo as partículas duras.

[0057] Na liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção, uma partícula dura misturada de dois tipos, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura tendo diferentes diâmetros de partícula, são dispersas na textura conforme descrito acima. Em uma curva de distribuição de tamanho de partícula obtida quando a primeira partícula dura e a segunda partícula dura foram misturadas e a partícula dura misturada é medida através de análise de dispersão por difração a laser, alguns picos podem ser encontrados. A análise de dispersão por difração a laser é um método para medição de uma distribuição de tamanho de partícula utilizando um padrão de dispersão de luz obtido quando um laser é irradiado sobre uma massa de pó de partícula dura.

[0058] A seguir, um método para determinação de uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico a partir de uma distribuição de tamanho de partícula de uma partícula dura misturada de uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura será descrito usando a figura 1 à figura 3. A figura 1 mostra uma curva de distribuição de tamanho de partícula da partícula dura A tendo um diâmetro médio de partícula de 7,3 μm. Na curva de distribuição de tamanho de partícula mostrada na figura 1, uma parte superior de pico pode ser confirmada em uma posição de um diâmetro de partícula de cerca de 8 μm. Então, a figura 2 mostra uma curva de distribuição de tamanho de partícula da partícula dura B tendo um diâmetro médio de partícula de 91,5 μm. Na curva de distribuição de tamanho de partícula mostra-

da na figura 2, uma parte superior de pico pode ser confirmada em uma posição de diâmetro de partícula de cerca de 90 μm. A figura 3 mostra uma curva de distribuição de tamanho de partícula de um pó misturado obtido por meio de mistura de cada uma das partículas duras A e das partículas duras B como sendo de 50%. Conforme mostrado na figura 3, o diâmetro médio de partícula da partícula misturada da partícula dura A e da partícula dura B é de 55,3 μm e, quando o pó misturado da partícula dura A e da partícula dura B é medido através de análise de dispersão por difração a laser, duas partes superiores de pico podem ser confirmadas. Na curva de distribuição de tamanho de partícula, a diferença de diâmetro de partícula em posições superiores de pico entre um diâmetro de partícula (cerca de 8 μm) correspondendo à posição superior de pico de uma curva de distribuição de tamanho de partícula da partícula dura A e um diâmetro de partícula (cerca de 90 μm) correspondendo à posição superior de pico de uma curva de distribuição de tamanho de partícula da partícula dura B, isto é, uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico é cerca de 82 μm. Isso faz com que haja uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico obtida a partir da partícula misturada da partícula dura A e da partícula dura B na faixa de 15 μm a 100 μm, o que é um requisito da presente invenção. Conforme descrito em um exemplo descrito acima, quando há uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico em uma partícula misturada de dois tipos de partículas duras na faixa de 15 μm a 100 μm, a distribuição de porosidade em uma liga sinterizada baseada em ferro é estabilizada em uma faixa adequada para aprimorar a resistência ao desgaste, resistência mecânica e usinabilidade de um material de liga sinterizada baseada em ferro em bom equilíbrio.

[0059] Baseado nas descrições acima, a diferença de diâmetro de partícula na parte superior de picos em pós-misturados de dois tipos

de partículas duras contidas nos Exemplos foi investigada. Os dados sobre as diferenças de diâmetro de partícula na parte superior de picos nas curvas de distribuição de tamanho de partícula de pós-misturados de primeiras partículas duras e segundas partículas duras para as Amostras dos Exemplos são mostradas na Tabela 1. As diferenças de diâmetro de partícula na parte superior de picos nas Amostras 1 a 29 estavam todas na faixa de 15 μm a 100 μm, conforme mostrado na Tabela 1.

[0060] A Tabela 3 mostras as composições de materiais de liga sinterizada baseada em ferro da Amostras 1 a 29. As composições de material de liga sinterizada baseada em ferro nos materiais de liga sinterizada baseada em ferro mostrados na Tabela 3 para carbono, silício, cromo, molibdênio, cobalto, níquel, cobre, tungstênio e vanádio são indicadas como uma proporção contra 100% em peso da textura somada contendo ferro como um equilíbrio.

[Tabela 3]

Amostra	Composição de material de liga sinterizada baseada em ferro (% em peso)										SOMA (% em peso)
	C	Si	Cr	Mo	Co	Ni	Cu	W	V	Fe	
1	1,20	0,41	1,24	4,14	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,00	100,0
2	1,30	0,00	3,75	3,75	6,00	1,50	0,00	0,00	0,00	83,70	100,0
3	1,20	0,00	3,75	3,75	6,00	1,50	0,00	0,00	0,00	83,80	100,0
4	1,20	0,94	11,04	15,73	24,73	2,76	0,00	0,00	0,00	43,60	100,0
5	1,20	1,80	5,39	17,97	34,74	0,00	0,00	0,00	0,00	38,90	100,0
6	1,10	0,21	11,85	13,30	21,96	4,49	0,00	0,00	0,00	47,10	100,0
7	1,00	0,00	12,95	12,95	20,72	5,18	0,00	0,00	0,00	47,20	100,0
8	1,00	1,09	13,18	18,65	29,33	3,34	0,00	0,00	0,00	33,40	100,0
9	1,00	1,65	6,04	16,00	28,11	1,50	1,00	0,00	0,00	44,70	100,0
10	1,00	0,86	8,07	15,62	25,46	3,69	1,50	0,00	0,00	43,80	100,0
11	1,00	1,49	4,46	14,85	30,21	1,50	1,50	0,00	0,00	45,00	100,0
12	1,20	0,00	11,83	10,19	16,12	4,03	0,00	0,00	0,00	56,63	100,0
13	1,00	1,19	4,55	11,77	19,61	2,49	0,93	0,00	0,00	58,47	100,0
14	1,00	1,33	6,67	13,51	19,39	0,00	0,00	1,20	0,40	56,50	100,0
15	1,20	0,00	11,73	10,19	16,12	5,53	2,00	0,00	0,00	53,24	100,0
16	1,00	0,00	8,65	8,80	14,88	4,22	1,00	0,90	0,30	60,25	100,0
17	1,00	0,00	8,95	8,11	15,88	4,72	0,00	0,00	0,00	61,34	100,0
18	1,00	1,49	4,46	14,85	30,21	1,50	1,50	0,00	0,00	45,00	100,0

Amostra	Composição de material de liga sinterizada baseada em ferro (% em peso)										SOMA (% em peso)
	C	Si	Cr	Mo	Co	Ni	Cu	W	V	Fe	
19	1,20	1,88	8,28	17,66	27,38	0,00	0,00	0,00	0,00	43,60	100,0
20	1,20	1,88	8,28	17,66	27,38	0,00	0,00	0,00	0,00	43,60	100,0
21	1,00	0,00	12,95	12,95	20,72	6,68	1,00	0,00	0,00	44,70	100,0
22	1,00	1,19	4,55	11,77	19,61	2,49	0,93	0,00	0,00	58,47	100,0
23	1,00	0,62	5,34	9,84	18,61	2,15	1,00	0,90	0,30	60,25	100,0
24	1,00	0,00	2,59	2,48	4,43	2,05	1,15	0,00	0,00	86,30	100,0
25	1,00	0,00	5,37	5,20	8,76	2,73	1,00	0,00	0,00	75,95	100,0
26	1,20	0,35	2,14	4,49	7,71	0,28	0,00	0,00	0,00	83,85	100,0
27	1,00	0,39	4,30	6,10	10,12	1,64	1,00	0,00	0,00	75,45	100,0
28	1,20	0,59	7,20	9,86	12,90	2,65	2,00	0,00	0,00	63,60	100,0
29	1,20	0,00	10,13	9,50	9,50	2,53	0,00	0,00	0,00	67,15	100,0

EXEMPLOS COMPARATIVOS

[0061] Em seguida, Exemplos Comparativos contra a presente invenção serão descritos.

[0062] Nos Exemplos Comparativos contra os materiais de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção, as Amostras 30 a 38 tendo diferentes condições de mistura de pós foram preparadas conforme mostrado na Tabela 4. As composições, Durezas de Vickers e diâmetros de partícula de partículas duras e composições de pós de aço em liga usados nas Amostras 30 a 38 são mostrados na Tabela 2. Conforme para as partículas duras, composições de composto intermetálico baseado em cobalto compreendendo silício, cromo, molibdênio e um equilíbrio de cobalto e impurezas inevitáveis, ou silício, níquel, cromo, molibdênio e a balance de cobalto e impurezas inevitáveis e uma composição de composto intermetálico baseado em ferro compreendendo cobalto, níquel, cromo, molibdênio e um equilíbrio de ferro e impurezas inevitáveis e um ferromolibdênio (Fe-Mo) foi, além disso, usada. As partículas de ferromolibdênio (Fe-Mo) tendo padrões composicionais de partículas duras G e O descritos na Tabela 2 são diferentes dos padrões de composição das outras partículas duras por não conterem cromo e cobalto. As partículas de ferromolibdênio (Fe-Mo) tendo padrões composicionais de partículas duras G e O tinham uma Dureza de Vickers de 1200HV0,1 conforme mostrado na Tabela 2, o qual está foram da faixa especificada na presente invenção.

[Tabela 4]

	Amostra	Pó de ferro puro (% em peso)	Pó de aço em liga		Pó aditivo		Primeira partícula dura			Segunda partícula dura			Diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico(μm)	Lubrificante sólido		Proporção de área de partícula dura	Proporção de área de lubrificante sólido (% por área)
			Tipo	% em peso	Tipo	% em peso	Tipo	% em peso	Diâmetro de partícula (μm)	Tipo	% em peso	Diâmetro de partícula (μm)		Tipo	% em peso	A+B (% por área)	
Exemplo Comparativo	30	89,6	-	0,0	C:1,2	1,2	A	4,6	6,0	H	4,6	23,0	17,0	CaF2	0,4	8,0	0,6
	31	27,5	-	0,0	C:1,2	1,2	G	27,6	13,0	O	43,7	29,0	16,0	MnS	0,2	62,0	0,4
	32	27,5	-	0,0	C:1,2	1,2	G	27,6	13,0	O	43,7	29,0	16,0	-	0,0	62,0	0,0
	33	2,4	-	0,0	C:1,0	1,0	B	48,3	7,0	I	48,3	26,0	19,0	-	0,0	84,0	0,0
	34	0,0	P	16,0	C:1,0,Ni:1,5,Cu:1,0	3,5	F	34,5	16,0	M	46,0	50,0	34,0	MnS	3,3	70,0	5,5
	35	47,8	R	15,0	C:1,0,Co:2,0,Ni:1,0,Cu:1,0	5,0	B	20,7	10,0	I	11,5	23,0	13,0	-	0,0	28,0	0,0
	36	39,0	-	0,0	C:1,2	1,2	E	28,8	16,0	H	31,1	23,0	7,0	-	0,0	52,0	0,0
	37	83,5	-	0,0	C:1,0,Co:2,0,Ni:1,0,Cu:1,0	5,0	S	5,8	10,0	H	5,8	23,0	13,0	MnS	0,6	10,0	1,0
	38	44,7	Q	10,0	C:1,0,Co:2,0,Ni:1,0,Cu:1,0	5,0	S	5,8	10,0	T	34,5	50,0	40,0	MnS	0,6	65,0	1,0

[0063] Nas amostras 30 a 38, pós-aditivos, partículas duras (primeiras partículas duras e segundas partículas duras) e lubrificantes sólidos foram misturados em um pó de ferro puro e/ou pós de ferro em liga como constituintes principais em combinações e proporções predeterminadas (% em peso), conforme mostrado na Tabela 4. As proporções de mistura são a proporção contra 100% em peso, a qual é a soma dos pesos de uma primeira partícula dura, uma segunda partícula dura e uma matriz na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro. Ainda, na Tabela 1, as proporções de partículas duras e lubrificantes sólidos contidos no material de liga sinterizada baseada em ferro de acordo com a presente invenção são divulgadas em proporções de área. A proporção de área é indicada contra 100% por área, a qual é a área de textura do material de liga sinterizada baseada em ferro contendo as partículas duras. Em contraste, nos Exemplos Comparativos conforme mostrado na Tabela 4, as proporções de áreas totais das partículas duras eram de 62,0% por área para as Amostras 31 e 32, 84,0% por área para a Amostra 33 e 70,0% por área para a Amostra 34, o que não era 60% por área ou menos, uma condição especificada da presente invenção. Uma proporção de área total das partículas duras da Amostra 30 foi de 8,0% por área, isto é, não 10% por área ou mais, uma condição especificada da presente invenção. As diferenças na dureza entre a primeira partícula dura e a segunda partícula dura eram de 350HV0,1 para a Amostra 34 descrita na Tabela 2, 200HV0,1 para a Amostra 37 e 0HV0,1 para as outras Amostras.

[0064] Os materiais de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula nos Exemplos Comparativos foram preparados através de mistura de cada pó de acordo com as condições mostradas nas Tabelas 2 e 4, enchimento do pó misturado em um molde de metal, moldagem por compressão do pó enchido por uma prensa de moldagem, seguido por sinterização das mesmas condições conforme para

os Exemplos.

[0065] Em seguida, a diferença de diâmetro de partícula na parte superior de picos de pós de partícula dura misturada de dois tipos de partículas duras contidas nas Amostras dos Exemplos Comparativos foi investigada. Os dados de diferença de diâmetro de partícula na parte superior de picos nas curvas de distribuição de tamanho de partícula de pós de partícula dura misturada de primeiras partículas duras e segundas partículas duras para as Amostras dos Exemplos Comparativos são mostrado na Tabela 4. Conforme mostrado na Tabela 4, a diferença de diâmetro de partícula na parte superior de picos era de 13,0 μm para as Amostras 35 e 37 e 7,0 μm para a Amostra 36, o que não era 15 μm ou mais, uma condição especificada da presente invenção.

[0066] As composições de material de liga sinterizada baseada em ferro da Amostra 30 à Amostra 38 são mostradas na Tabela 5. As composições de material de liga sinterizada baseada em ferro em material de liga sinterizada baseada em ferro mostradas na Tabela 5 para carbono, silício, cromo, molibdênio, cobalto, níquel, cobre, tungstênio e vanádio são indicadas como uma proporção contra 100% em peso da textura somada contendo ferro como um equilíbrio.

[TABELA 5]

Amostra	Composição do material de liga sinterizada baseada em ferro (% em peso)										SOMA (% peso)
	C	Si	Cr	Mo	Co	Ni	Cu	W	V	Fe	
30	1,20	0,28	0,83	2,76	5,34	0,00	0,00	0,00	0,00	89,60	100,0
31	1,20	0,00	0,00	42,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,02	100,0
32	1,20	0,00	0,00	42,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,02	100,0
33	1,00	0,00	24,15	24,15	38,64	9,66	0,00	0,00	0,00	2,40	100,0
34	1,00	1,38	13,25	22,46	40,48	4,95	1,00	0,00	0,00	15,49	100,0
35	1,00	0,00	8,65	8,80	14,88	4,22	1,00	0,90	0,30	60,25	100,0
36	1,20	1,80	5,39	17,97	34,74	0,00	0,00	0,00	0,00	38,90	100,0
37	1,00	0,17	1,45	2,61	6,23	1,23	1,00	0,00	0,00	86,30	100,0
38	1,00	0,00	6,45	6,10	8,05	3,01	1,15	0,00	0,00	74,25	100,0

COMPARAÇÃO ENTRE EXEMPLOS E EXEMPLOS COMPARATIVOS

[0067] A presente invenção será descrita em detalhes comparando os Exemplos de acordo com a presente invenção e Exemplos Comparativos.

[0068] As quantidades de desgaste das sedes de válvula e válvulas como uma contraparte nas Amostras 1 a 38 são mostradas na figura 4. Então, a influência das distribuições de tamanho de partícula sobre as características mecânicas das ligas sinterizadas baseadas em ferro foram investigadas. Na investigação, será focalizada atenção sobre as distribuições de tamanho de partícula de partículas duras misturadas de dois tipos, primeiras partículas duras e segundas partículas duras, dispersas na textura de material de liga sinterizada baseada em ferro. As diferenças de diâmetro de partícula de partes superiores de picos vizinhos obtidas a partir das curvas de distribuição de tamanho de partícula para as Amostras 1 a 29 nos Exemplos mostrados na Tabela 1 estavam todas faixa de 15 μm a 100 μm, uma condição especificada da presente invenção. Em contraste, as diferenças de diâmetro de partícula de partes superiores de picos vizinhos nas curvas de distribuição de tamanho de partícula para as Amostras 30 a 38 nos Exemplos Comparativos mostrados na Tabela 4 eram de menos de 15 μm para as Amostras 35 a 37, as quais estavam fora da faixa de uma condição especificada da presente invenção. No caso em que a diferença de diâmetro de partícula de partes superiores de picos vizinhos é menos de 15 μm, quando ambas as partículas duras têm um pequeno diâmetro de partícula, as partículas tendem a agregar e as partículas duras dificilmente obtêm o efeito desejado como uma partícula dura, resultando em pobre resistência ao desgaste. Em seguida, quando ambas as partículas duras têm um grande diâmetro de partícula, os poros entre as partículas duras se tornam grandes e uma fase tendo

uma dureza grandemente diferentes é dispersa em uma textura de um material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula, resultando em pobre resistência ao desgaste. Conforme observado na figura 4, as quantidades de desgaste das faces da válvula e/ou sedes de válvula nas Amostras 35 a 37 são grandemente maiores do que aquelas dos Exemplos. A razão para isso pode ser as diferenças nas características da resistência mecânica e resistência ao desgaste entre as faces da válvula e as sedes de válvula causadas pelos fatores descritos acima.

[0069] Também conforme descrito na Tabela 4, embora as diferenças de diâmetro de partícula na parte superior de pico estejam todas na faixa de 15 μm a 100 μm para as Amostras 30 a 34 e 38, uma condição especificada da presente invenção, a proporção das áreas totais ocupadas pelas primeiras partículas duras e as segundas partículas duras que constituem as partículas duras misturadas não estava na faixa de 10 a 60% por área na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro. Conforme observado na figura 4, quando a proporção de área total das partículas duras era menos de 10% por área, a resistência ao desgaste de uma sede de válvula tende a se tornar pobre, conforme observado na Amostra 30. Quando a proporção de área total das partículas duras excede a 60% por área, a agressividade oposta a uma face da válvula pode ser tão grave conforme observado na Amostra 33, um exemplo notável.

[0070] A figura 5 mostra a resistência ao esmagamento radial de materiais de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula das Amostras 1 a 38 como proporções relativas contra uma resistência ao esmagamento radial de 100% para a Amostra 30. Conforme observado na figura 5, pode ser confirmado que os Exemplos Comparativos, particularmente as Amostras 31 a 34 e 38, mostram menor resistência ao esmagamento radial do que os Exemplos de acordo com

a presente invenção. Estima-se que a razão pela qual a resistência ao esmagamento radial da Amostra 30 é aumentada seja que a proporção de área total ocupada por uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura é pequena. Isto é, a proporção de partículas duras na textura de material de liga sinterizada baseada em ferros dessas Amostras 30 e 37 é pequena. Contudo, conforme é claramente observado na figura 4, o efeito para aprimoramento da resistência ao desgaste pelas partículas duras não é obtido, isto é, a resistência ao desgaste de uma sede de válvula se torna pobre.

[0071] Conforme descrito na Tabela 4, nas Amostras 31 e 32, a Dureza de Vickers das primeiras partículas duras e segundas partículas duras de partículas duras usadas excedia a 1100HV0,1, uma condição especificada da presente invenção. Como um resultado, a tenacidade como um material de liga sinterizada baseada em ferro se torna pobre e tende a ser quebradiça. Isto é, a resistência ao esmagamento radial das Amostras 31 e 32 se tornam pobre, conforme observado na figura 5.

[0072] Conforme descrito nas Tabelas 1 e 4, composições de composto intermetálico baseado em ferro foram aplicadas para as partículas duras nas Amostras 24 a 29, 37 e 38. Então, a influência sobre a resistência ao desgaste de uma sede de válvula em si e a agressividade oposta a uma face da válvula foi investigada comparando uma composição de composto intermetálico baseado em ferro aplicada para a partícula dura e uma composição de composto intermetálico baseado em cobalto aplicada para partícula dura usada. Primeiro, apenas as Amostras nos Exemplos, Amostras 1 a 23, as quais aplicam uma composição de composto intermetálico baseado em cobalto para as partículas duras e as Amostras 24 a 29, as quais aplicam uma composição de composto intermetálico baseado em ferro para a partícula dura foram comparadas. Conforme observado na figura 4, as

Amostras 24 a 29, as quais aplicam uma composição de composto intermetálico baseado em ferro para a partícula dura, mostram uma quantidade de desgaste ligeiramente maior em uma sede de válvula. A razão para isso pode ser que a capacidade de difusão de uma partícula de composto intermetálico baseado em ferro em uma matriz de uma liga sinterizada baseada em ferro é inferior àquela de uma partícula de composto intermetálico baseado em cobalto e torna a capacidade de ligação com a matriz ligeiramente pobre. Contudo, conforme descrito na Tabela 1, quando as Amostras 1 e 24 tendo quase a mesma proporção de área total de uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura contidas em um material de liga sinterizada baseada em ferro são comparadas, por exemplo, a diferença é muito pequena.

[0073] Então, as Amostras 24 a 29 nos Exemplos, as quais aplicam uma composição de composto intermetálico baseado em ferro para a partícula dura, e Amostras 30 a 36 nos Exemplos Comparativos, as quais aplicam uma composição de composto intermetálico baseado em cobalto para a partícula dura, foram comparadas. Conforme observado na figura 4, as Amostras 30 a 36 nos Exemplos Comparativos tendem a mostrar pobre resistência ao desgaste em uma sede de válvula e agressividade oposta a uma face da válvula aumentada comparado com as Amostras 24 a 29 nos Exemplos. Isso significa que, mesmo quando uma composição de composto intermetálico baseado em ferro é aplicada para a partícula dura, a influência sobre a resistência ao desgaste de uma sede de válvula e a agressividade oposta a uma face da válvula é muito pequena, na medida em que a composição satisfaça a condição de mistura especificada na presente invenção.

[0074] Também conforme descrito na Tabela 5, as Amostras 30 e 33 não satisfazem a condição de que o material de liga sinterizada baseada em ferro contenha dois ou mais constituintes de formação de

liga selecionados de carbono, silício, cromo, molibdênio, cobalto, níquel, cobre, tungstênio e vanádio, na faixa de 13,0 a 90,0% em peso na textura. De acordo com as quantidades de desgaste nas Amostras 30 e 33 mostradas na figura 4, pode ser reconhecido que o equilíbrio da quantidade de desgaste entre a sede de válvula e a face da válvula não é uniforme. Isso significa que, quando os constituintes de formação de liga contidos em uma textura de um material de liga sinterizada baseada em ferro estão fora da faixa de 13,0 a 90,0% em peso, o aprimoramento na resistência ao desgaste em uma sede de válvula e redução da agressividade oposta a uma face da válvula tendem a se tornar difíceis de obter. Conforme observado na figura 4, uma vez que as Amostras 31 e 32, as quais usavam as partículas duras G e O aplicando padrões de composição sem conter níquel e cromo, o que faz com que a resistência mecânica aumente, a resistência ao desgaste de uma sede de válvula composta da amostra se torna pobre quando comparado com aquela das Amostras nos Exemplos.

[0075] Conforme descrito na Tabela 4, a Amostra 34 contém 5,5% por área de um pó lubrificante sólido na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro, mas a proporção de área é está na faixa de 0,2 a 5,0% por área, uma condição especificada da presente invenção. Nesse caso, conforme observado na figura 5 sobre a Amostra 34, quando o teor de um lubrificante sólido excede a 5,0% por área, a resistência ao esmagamento radial tende a se tornar pobre.

[0076] Um diagrama da textura do material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula da Amostra 1 de acordo com a presente invenção é mostrado na figura 6 e um diagrama da textura do material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula da Amostra 6 é mostrado na figura 7. Um diagrama da textura do material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula da Amostra 30 no Exemplo Comparativo é mostrado na figura

8. As porções em preto nas figuras indicam uma matriz e são compostas principalmente de perlita. As porções em branco nas figuras indicam uma primeira partícula dura e segunda partícula dura e uma camada de difusão dessas partículas duras. Quando as Amostras 1 e 6 (figuras 6 e 7) de acordo com a presente invenção e a Amostra 30 (figura 8) no Exemplo Comparativo são comparadas, se torna óbvio que a área para as porções em branco indicando as partículas duras incluindo a camada de difusão na textura da Amostra 30 é menor do que aquela nas texturas das Amostras 1 e 6 (figuras 6 e 7). A razão para que tal fenômeno seja observado na Amostra 30 é que a primeira partícula dura e a segunda partícula dura contidas na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro não satisfazem a condições de mistura especificada na presente invenção. Quando a textura se torna aquela observada na figura 8, isto é, a proporção das partículas duras incluindo a camada de difusão, as porções em branco na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro são pequenas, a resistência mecânica é aumentada, mas a resistência ao desgaste se torna pobre. Como um resultado, a Amostra 30 mostra uma resistência mecânica maior do que a Amostra 1 e a Amostra 6 de acordo com a presente invenção (veja figura 5), mas mostra uma pobre resistência ao desgaste (veja figura 4).

[0077] O diâmetro de partícula da partícula dura de acordo com a presente invenção descrita acima foi determinado usando análise de dispersão por difração a laser, medição de um diâmetro máximo de partículas observável em um campo visual de 500 μm $\times$ 500 μm e calculando-se a média dos diâmetros máximos medidos em cinco campos visuais. O diâmetro de partícula da partícula dura de acordo com a presente invenção descrita acima foi medido por análise de dispersão por difração a laser. A proporção de área da partícula dura foi determinado a partir da área ocupada pela partícula dura observada em cinco

campos visuais (cada um de 500 μm × 500 μm) de cada microtextura. Conforme o número de amostras, a soma dos números em cinco campos visuais é de 250 a 500 porque 50 a 100 partículas duras são observadas em um campo visual. Além disso, para medição, o software Win ROOF ver. 5.03 foi usado.

[0078] A dureza da partícula dura é um valor medido usando testador de Dureza de Vickers Micro (carga: 0,1 kgf).

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

[0079] Um produto de excelente equilíbrio total na resistência mecânica e usinabilidade como uma sede de válvula sem perder características incluindo a resistência ao desgaste e agressividade oposta a uma face da válvula, as quais são convencionais para um material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula, pode ser proporcionado usando o material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção. Portanto, o material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula de acordo com a presente invenção pode ser aplicado não apenas como uma sede de válvula, mas também amplamente a vários tipos de partes mecânicas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0080] A figura 1 é um diagrama exemplificando uma distribuição de tamanho de partícula de uma primeira partícula dura de acordo com a presente invenção;

[0081] A figura 2 é um diagrama exemplificando uma distribuição de tamanho de partícula de uma segunda partícula dura de acordo com a presente invenção;

[0082] A figura 3 é um diagrama exemplificando uma distribuição de tamanho de partícula após mistura da primeira partícula dura e da segunda partícula dura de acordo com a presente invenção;

[0083] A figura 4 é um gráfico mostrando a quantidade de desgas-

te da sede de válvula (μm) e quantidade de desgaste da face da válvula (μm) em Exemplos e Exemplos Comparativos;

[0084] A figura 5 é um gráfico mostrando as proporções relativas de resistência ao esmagamento radial em Exemplos e Exemplos Comparativos;

[0085] A figura 6 é um diagrama de textura da Amostra 1 nos Exemplos através de um microscópio metalúrgico;

[0086] A figura 7 é um diagrama de textura da Amostra 6 nos Exemplos através de um microscópio metalúrgico; e

[0087] A figura 8 é um diagrama de textura da Amostra 30 nos Exemplos Comparativos através de um microscópio metalúrgico.

REIVINDICAÇÕES

1. Material de liga sinterizada baseada em ferro compreendendo dois tipos de partículas duras, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura dispersas em uma matriz de liga sinterizada baseada em ferro, em que o material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula usa seletivamente os dois tipos de partículas duras, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura, as quais satisfazem todas as condições 1 a 4 descritas abaixo:

condição 1: como a primeira partícula dura, a partícula dura possuindo um diâmetro médio primário de partícula de 5 a 20 μm é usada;

condição 2: como a segunda partícula dura, a partícula dura possuindo um diâmetro médio primário de partícula de 20 a 150 μm é usada;

condição 4: a proporção de área total ocupada pela primeira partícula dura e pela segunda partícula dura que constituem a partícula dura misturada na textura do material de liga sinterizada baseada em ferro é de 10 a 60% por área; e

caracterizado por:

condição 3: na partícula dura misturada obtida por meio de mistura dos dois tipos de partículas duras, uma primeira partícula dura e uma segunda partícula dura, uma curva de distribuição de tamanho de partícula, medida através de análise de dispersão por difração a laser, tem N picos (N é um número inteiro igual a ou maior do que 2) e, quando diâmetros de partícula correspondendo às posições superiores de pico são denotados como D_{T1} a D_{TN}, uma diferença de diâmetro de partícula na parte superior de pico entre pelo menos uma vizinhança D_{Tn-1} e D_{Tn} ($|D_{Tn-1} - D_{Tn}|$: n é um número inteiro igual a ou maior do que 2 e igual a ou menor do que N) está na faixa de 15 a 100 μm em uma vizinhança D_{Tn-1} e D_{Tn}.

2. Material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a primeira partícula dura e a segunda partícula dura são partículas duras possuindo uma Dureza de Vickers na faixa de 650HV0,1 a 1100HV0,1.

3. Material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de que** a primeira partícula dura e a segunda partícula dura compreendem qualquer composição selecionada da composição 1 de composto intermetálico baseado em cobalto, composição 2 de composto intermetálico baseado em cobalto e uma composição de composto intermetálico baseado em ferro descritas abaixo:

Composição 1 de composto intermetálico baseado em cobalto:

silício: 0,5 a 4,0% em peso,

cromo: 5,0 a 20,0% em peso,

molibdênio: 20,0 a 40,0% em peso, e

o equilíbrio: cobalto e impurezas inevitáveis;

Composição 2 de composto intermetálico baseado em cobalto:

silício: 0 a 4,0% em peso,

níquel: 5,0 a 20,0% em peso,

cromo: 15,0 a 35,0% em peso,

molibdênio: 15,0 a 35,0% em peso, e

o equilíbrio: cobalto e impurezas inevitáveis; e

Composição de composto intermetálico baseado em ferro:

cobalto: 10,0 a 20,0% em peso,

níquel: 2,0 a 20,0% em peso,

cromo: 12,0 a 35,0% em peso,

molibdênio: 12,0 a 35,0% em peso, e

o equilíbrio: ferro e impurezas inevitáveis.

4. Material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado pelo fato de que** o material de liga sinterizada baseada em ferro contém dois ou mais constituintes de formação de liga selecionados de carbono, silício, cromo, molibdênio, cobalto, níquel, cobre, tungstênio e vanádio, na faixa de 13,0 a 90,0% em peso na textura.

5. Material de liga sinterizada baseada em ferro para uma sede de válvula, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado pelo fato de que** a textura do material de liga sinterizada baseada em ferro compreende um pó lubrificante sólido de um sulfeto ou fluoreto na faixa de 0,2 a 5,0% por área contra 100% por área da proporção de área ocupada por uma primeira partícula dura, uma segunda partícula dura e uma matriz.

FIG. 1

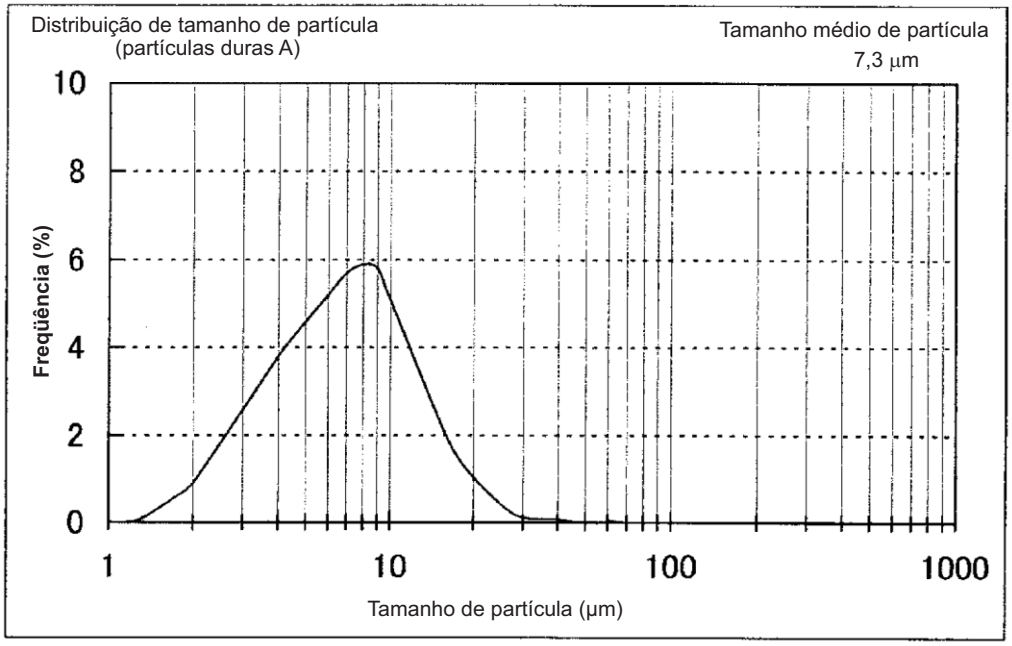

Distribuição de tamanho de partícula
(partículas duras A)
Tamanho médio de partícula
7,3 μm
Freqüência (%)
10
8
6
4
2
0
1
10
100
1000
Tamanho de partícula (μm)

FIG. 2

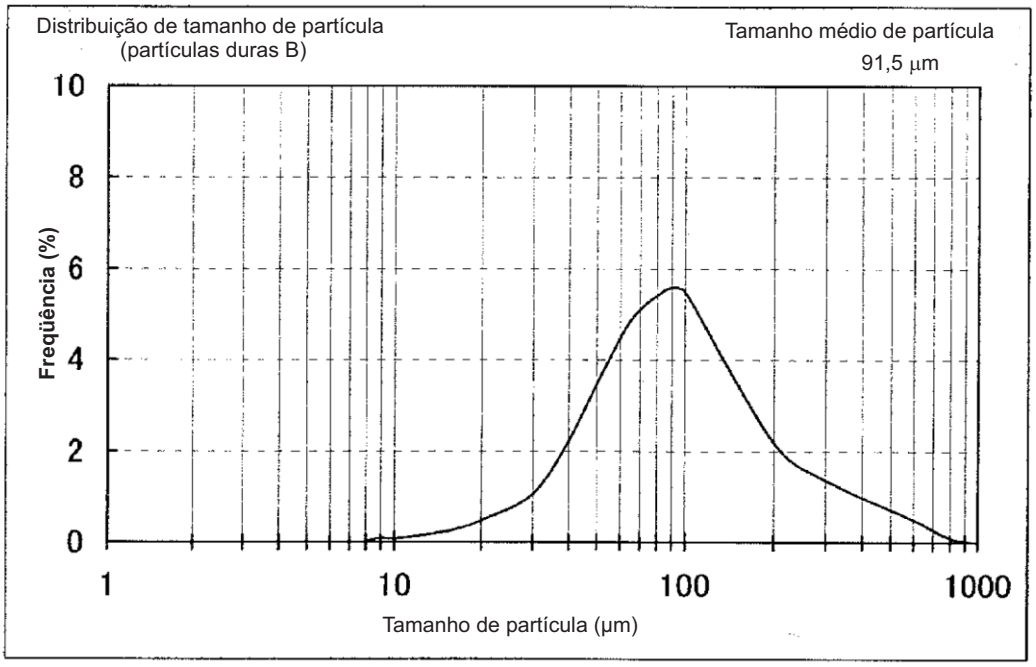

Distribuição de tamanho de partícula
(partículas duras B)
Tamanho médio de partícula
91,5 μm
Freqüência (%)
10
8
6
4
2
0
1
10
100
1000
Tamanho de partícula (μm)

FIG. 3

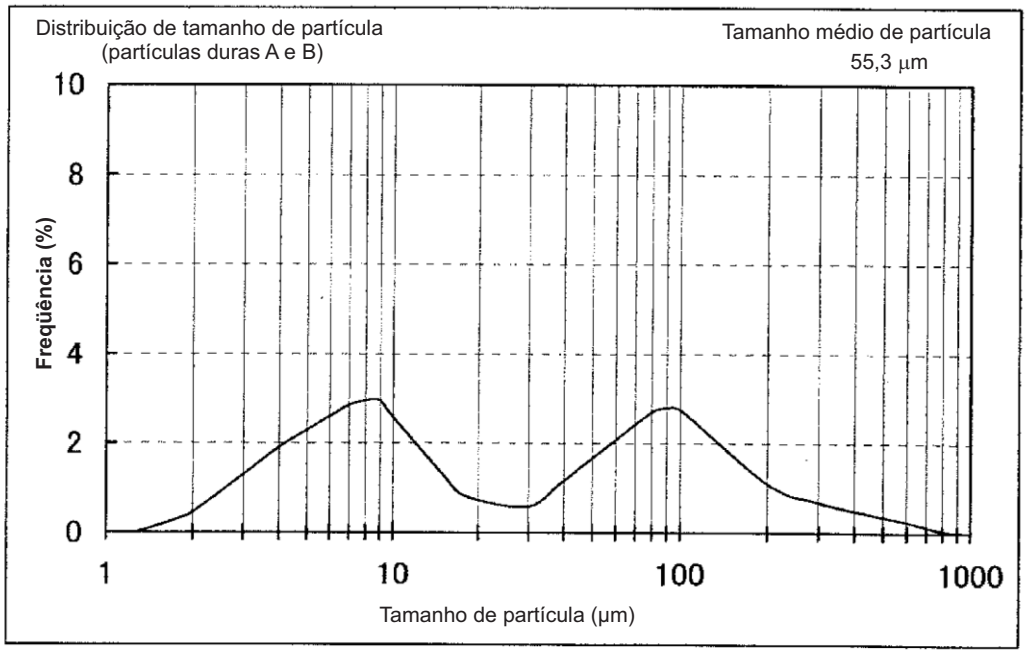

Distribuição de tamanho de partícula
(partículas duras A e B)
Tamanho médio de partícula
55,3 μm
Freqüência (%)
10
8
6
4
2
0
1
10
100
1000
Tamanho de partícula (μm)

FIG. 4

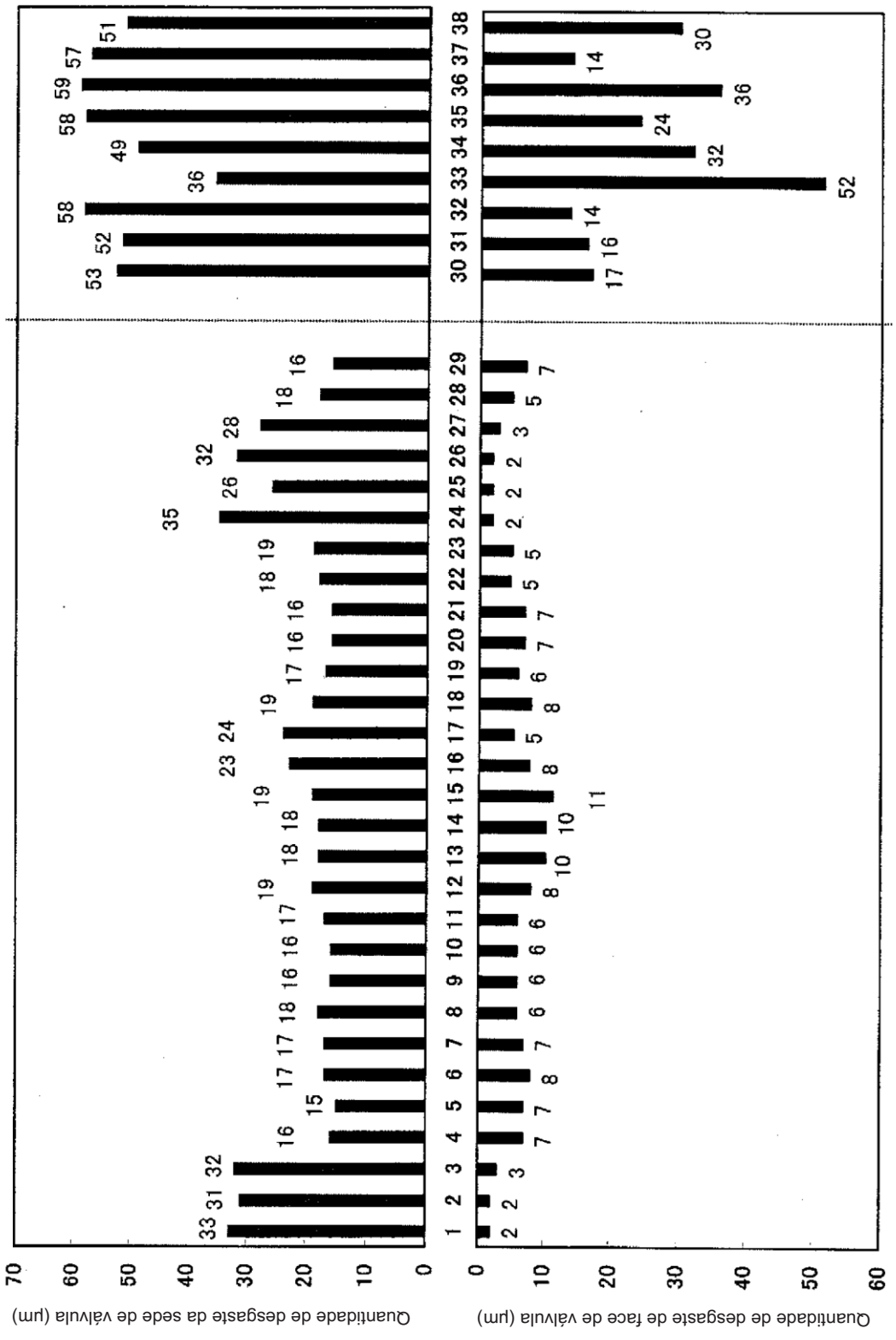

Quantidade de desgaste da sede de válvula (μm)
0
10
20
30
40
50
60
70
33 31 32 16 15 17 17 18 16 16 17 19 18 18 19 23 24 19 17 16 16 18 19 35 26 32 28 18 16
1 2 2 3 7 7 8 7 6 6 6 6 8 10 10 11 8 5 8 6 7 7 5 5 2 2 2 3 5 7
53 52 58 36 49 58 59 57 51
30 31 32 14 17 16 52 32 24 36 14 30
Quantidade de desgaste de face de válvula (μm)
0
10
20
30
40
50
60

FIG. 5

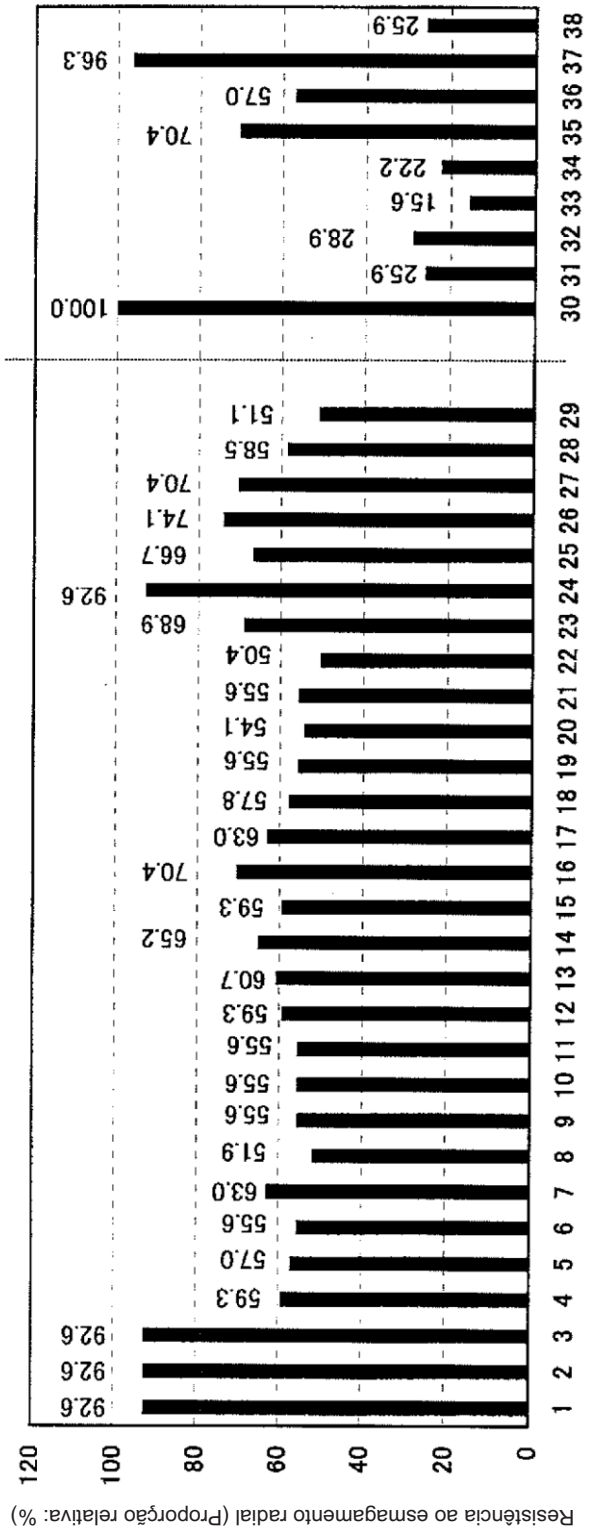

Resistência ao esmagamento radial (Proporção relativa: %)
0
20
40
60
80
100
120
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
30 31 32 33 34 35 36 37 38
92.6
92.6
92.6
59.3
57.0
55.6
63.0
51.9
55.6
55.6
55.6
59.3
60.7
65.2
59.3
70.4
63.0
57.8
55.6
54.1
55.6
50.4
68.9
92.6
66.7
74.1
70.4
58.5
51.1
100.0
25.9
28.9
15.6
22.2
70.4
57.0
96.3
25.9

FIG. 6

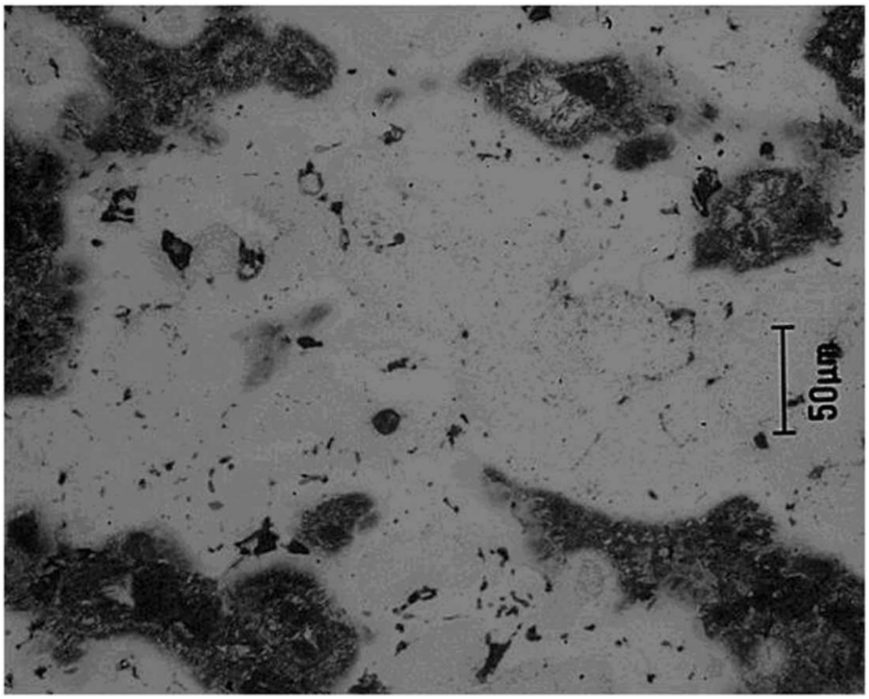


FIG. 7

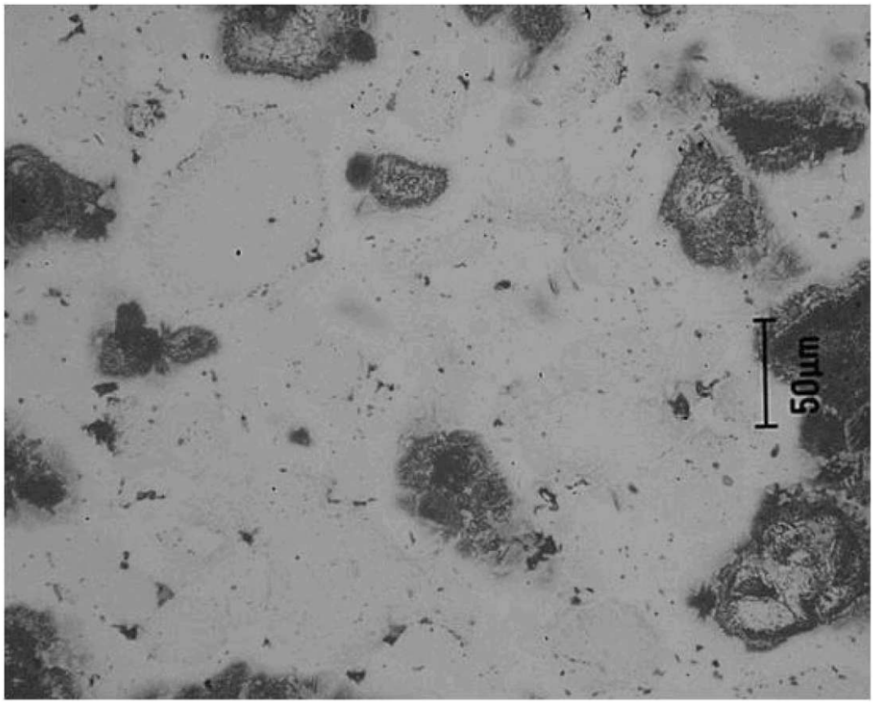


FIG. 8

