



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112012009470-0 B1



(22) Data do Depósito: 23/10/2009

(45) Data de Concessão: 28/04/2020

(54) Título: MATERIAL DE ATRITO PARA UM FREIO, E, PASTILHA DE FREIO

(51) Int.Cl.: F16D 69/02; F16D 69/00.

(73) Titular(es): FEDERAL-MOGUL PRODUCTS, INC..

(72) Inventor(es): VIJAY SUBRAMANIAN.

(86) Pedido PCT: PCT US2009061814 de 23/10/2009

(87) Publicação PCT: WO 2011/049575 de 28/04/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/04/2012

(57) Resumo: MATERIAL DE ATRITO PARA UM FREIO, E, PASTILHA DE FREIO. Um material de atrito não amianto inclui pelo menos um aglutinante, fibra, lubrificante, abrasivo e titanato em uma faixa de frações de volume em combinação com outros materiais como cargas e é substancialmente livre de cobre e amianto.

“MATERIAL DE ATRITO PARA UM FREIO, E, PASTILHA DE FREIO”**CAMPO DA INVENÇÃO**

[0001] A presente invenção refere-se ao material de atrito não amianto e em particular a um material de atrito para uma pastilha de freio para ser usada para freios de veículos ou máquinas industriais.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0002] Cobre em materiais de atrito com base em não amianto proporciona muitas propriedades úteis e características de desempenho incluindo excelente força de reforço, coeficiente de atrito aumentado em elevadas temperaturas e excelentes propriedades de transferência de calor. Além disso, cobre provê muitas outras qualidades que aumentam a longevidade do material de atrito e os componentes. O material de atrito engata bem como reduz sujeira de freio. Fibras de aço são algumas vezes usadas no lugar de algum do cobre, mas não têm muitos dos atributos positivos de cobre e são mais agressivos no atrito, deste modo aumentando a quantidade de desgaste no rotor contra qual o material de atrito engata. Fibras de aço também poeira sujeita que pode rapidamente e permanentemente manchar o acabamento de superfície dos aros de roda de um veículo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0003] A presente invenção é dirigida a um material de atrito não amianto que é livre de cobre e ligas de cobre. As composições inventivas são únicas em que elas provêm o mesmo nível de atrito, vida de pastilha, ruído e outras características de desempenho de um típico NAO não de amianto ou que usa materiais à base de cobre, enquanto empregando nem de cobre nem de materiais contendo cobre. As composições provêm uma família de marcantes materiais de atrito que possui atributos de desempenho desejável de um material de atrito contendo cobre, mas sem o uso de cobre ou ligas de cobre.

[0004] De acordo com outro aspecto da invenção um material de atrito para um freio tem pelo menos um aglutinante que forma aproximadamente 12-24% em volume, pelo menos uma fibra que forma 2-10%) em volume, pelo menos um

lubrificante que forma menos do que 5% em volume, pelo menos um abrasivo que forma 15-30 % em volume, pelo menos um titanato que forma 10-24% em volume e o material é substancialmente livre de cobre em qualquer forma.

[0005] De acordo com outro aspecto da invenção o aglutinante compreende uma mistura de um ou mais sistemas de resina fenólica modificada ou reta, incluindo uma resina fenólica não modificada.

[0006] De acordo com outro aspecto da invenção, a pelo menos uma fibra é selecionada dentre o grupo de fibras de aramida, poliacrilonitrila (PAN) e celulose. A fibra pode ser da família de fibras de aramada somente.

[0007] De acordo com ainda outro aspecto da invenção, o pelo menos um lubrificante compreende pelo menos um dentre sulfetos de metal, lubrificantes orgânicos e lubrificantes de metal. O lubrificante pode ser selecionado dentre o grupo consistindo essencialmente de sulfetos de estanho, trissulfeto de antimônio, trióxido de antimônio, sulfeto de zinco, sulfeto de cobre, sulfetos de ferro, ftalocianina, pó de estanho, e pó de zinco. O lubrificante pode ser uma combinação de lubrificantes, como um sulfeto de metal e trissulfeto de antimônio.

[0008] De acordo com ainda um outro aspecto da invenção, o pelo menos um abrasivo consiste essencialmente de pelo menos fibras minerais duras, zircônia, zircão, silicato de zircônio, mica, alumina, fibras cerâmicas, silicato de cálcio magnésio, silicato de cálcio magnésio zircônio, silicato de cálcio magnésio alumínio, silicato de magnésio alumínio, fibras minerais sintéticas como lã dura, lã de escória e lã de rocha, sílica, dióxido de silício, areia, carvão de silício, óxido de ferro e óxido de magnésio.

[0009] O material de atrito pode incluir outros materiais que formam o resto do material. Os outros materiais podem incluir pelo menos um material selecionado dentre o grupo consistindo de cal, óxido de cálcio, talco, carbonato de cálcio, silicato de cálcio, wollastonita, baritas, carbonos como grafita e coque de petróleo, borracha tal como pó de borracha ou fragmentos de borracha reciclada e vários tipos de pós de atrito. Uma combinação dos materiais listados acima também pode ser usada, como uma mistura de cal, sulfato de bário, grafita, wollastonita e pós de atrito.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010] A presente invenção torna-se mais completamente entendida a partir da descrição detalhada, reivindicações, e o desenho em anexo em que:

FIG. 1 é uma vista perspectiva de um material de atrito exemplar incorporado em uma pastilha de freio exemplar.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA FORMA DE REALIZAÇÃO PREFERIDA

[0011] Descreve-se m material de atrito não amianto para pastilhas de freio e outros materiais de freio que inclui pelo menos um aglutinante, pelo menos uma fibra, pelo menos um lubrificante, pelo menos um abrasivo, pelo menos um titanato e que é substancialmente livre de cobre incluindo latão e bronze.

[0012] O material de atrito 20 pode ser usado na pastilha de freio exemplar 10 ilustrada em FIG. 1. A pastilha de freio 10 ilustrada em FIG. 1 é somente uma pastilha de freio exemplar e pode assumir qualquer tamanho, formato ou configuração. O material de atrito 20 quando usado em pastilha de freio 10 é tipicamente ligado ou de outra forma fixado a uma placa de suporte 30.

[0013] Enquanto alguns esforços anteriores foram feitos para tentar pelo menos parcialmente remover cobre ou ligas de cobre das composições de pastilha de atrito, não foi conhecido para ter sucesso sem sacrificar características de desempenho desejáveis.

[0014] O material de atrito não amianto da invenção inclui pelo menos um aglutinante que pode comprometer uma resina fenólica de quer forma resina fenólica reta ou modificada. Exemplos de aglutinantes modificados incluem silicone, acrílico, epóxi, e nitrila. O aglutinante torna-se aproximadamente 12-24% em volume da composição total. O aglutinante serve como uma matriz que segura os outros ingredientes juntos no material de atrito. O sistema aglutinante pode também compreender uma mistura de dois ou mais tipos de aglutinantes, pelo menos um de que é um aglutinante tipo fenólico se desejado para uma aplicação particular para conseguir uma característica de desempenho desejada.

[0015] A pelo menos uma fibra completa aproximadamente 2-10% em volume da composição de material de atrito total. As fibras podem ser escolhidas entre fibras

de aramida, fibras poli acrilonitrila (PAN), e fibras de celulose. As fibras de aramida preferivelmente tem um comprimento médio de 1,09 mm com uma faixa aproximada de 0,92 mm a 1,26 mm. As fibras PAN tem um comprimento na faixa de cerca de 5,0 a 7,5 mm. As fibras de celulose tem um comprimento menor do que 1 mm. As fibras fornecem integridade e resistência estrutural ao material de atrito. Fibras também ajudam a estabilidade das preformas pré-curadas durante o processo de fabricação. Várias fibras e comprimentos de fibras podem ser assim usados para controlar as características de fabricação e de desempenho do material de atrito. As fibras podem ser de origem sintética ou natural e de forma pura ou reciclada.

[0016] O pelo menos um lubrificante é incluído no material de atrito para reduzir o desgaste da pastilha e do disco durante o serviço. O pelo menos um lubrificante completa menos do que ou igual 5% em volume da composição de material de atrito total. Os materiais lubrificantes candidatos incluem sulfetos de metal, lubrificantes orgânicos, lubrificantes de metal ou uma combinação dos mesmos. Exemplos de sulfetos de metal incluem, mas não são limitados a, sulfetos de estanho, tri-sulfeto de antimônio, trióxido de antimônio, sulfeto de zinco, e sulfeto de ferro. Um exemplo de um lubrificante orgânico é ftalocianina e exemplos de lubrificantes de metal incluem pós de estanho e zinco. Sulfetos de metal incluem sulfetos de complexos de metal como aqueles tendo sulfeto de estanho como um dos ingredientes principais.

[0017] O pelo menos um abrasivo completa aproximadamente 15-30% em volume da composição de material de atrito total. Abrasivos são tipicamente classificados por sua dureza Mohs. Exemplos de abrasivos candidatos incluem fibras minerais, zircônia, alumina, óxido de magnésio, silicato de zircônio, sílica, dióxido de silício, areia, carbetto de silício, mulita, óxido de ferro, silicatos de mineral complexos como silicato de cálcio magnésio, silicato de cálcio magnésio zircônio, silicato de cálcio magnésio alumínio, silicato de magnésio alumínio, óxidos de ferro de químicas diferentes, outros óxidos metálicos, fibras minerais sintéticas, como lã dura, lã de escória e lã de rocha, e vários minerais de ocorrência natural. Os abrasivos duros – os com maiores valores na escala de dureza Mohs – devem ser usados em concentrações baixas enquanto os abrasivos moles - os com menores

valores na escala de dureza Mohs – podem ser usados em maiores concentrações para alcançar o mesmo nível de atrito desejado.

[0018] O pelo menos um titanato completa aproximadamente 10-24% em volume da composição de material de atrito total. Titanatos fornecem estabilidade em temperatura elevada que é comparável com os materiais de tipo amianto. Os materiais de titanato, disponíveis em formas hexatitanato e octatitanato, revestem a superfície do rotor com uma camada de transferência uniforme e consistente. Titanatos podem incluir compostos como titanato de potássio, titanato de magnésio potássio, titanato de lítio potássio, titanato de cálcio potássio, e outros hexa e octatitanatos. Dentre as duas categorias de titanatos, hexatitanatos são preferidos.

[0019] O material de atrito também pode ser formado com uma quantidade limitada de óxido de magnésio (MgO), tipicamente menos do que 10% em volume, preferivelmente menos do que 5% em volume e mais preferivelmente é substancialmente livre de óxido de magnésio. O material de atrito também é preferivelmente substancialmente livre de fibras de aço.

[0020] Os outros ingredientes incluídos no material de atrito formam o resto da composição e são classificados geralmente como cargas e/ou modificadores. Os outros ingredientes completam aproximadamente 7-61% da composição total do material de atrito. Os outros ingredientes geralmente provêm massa para a formulação, reduzem custo, provêm redução de ruído e auxiliam revestindo a superfície de rotor com uma camada de transferência uniforme. Exemplos de cargas adequadas incluem cal, óxido de cálcio, baritas, incluindo sulfato de bário, grafita, coque de petróleo, coque dessulfurizado, silicato de cálcio, borracha incluindo várias borrachas em pó e borracha reciclada e poeira de atrito incluindo pós de atrito marrom, preto, reto, modificado ou outros tipos de pós de atrito.

[0021] As seguintes tabelas provêm materiais de atrito exemplares preparados usando a presente invenção que têm características suficientes de desempenho. Cada um dos exemplos é avaliado para certas características de fabricação incluindo mistura, preformação, prensagem, dureza física, compressão física, ligação a uma placa de suporte em temperatura ambiente, ligação a uma placa de

suporte a 300°C; bem como certas características de desempenho incluindo vida de pastilha de atrito, desgaste de pastilha, características de desgaste de rotor e custos. Todas as composições descritas abaixo são expressadas em % em volume e foram arredondadas para o número inteiro mais próximo para simplicidade.

[0022] Os materiais de atrito dos Exemplos foram processados e formados por operações de mistura, prensagem e cura tipicamente usadas na indústria para fazer materiais de atrito para pastilha de freio. Isso envolver tombamento em tambor a seco misturando os ingredientes com uso opcional de removedores de pá e cortadores para misturar os ingredientes em uma mistura homogênea. A mistura é pressionada em preformadas ou discos usando uma operação de prensagem em temperatura ambiente. Os discos são então colocados em um molde quente com uma contra-chapa de metal em um lado e curados por prensagem a quente para ligar o material de atrito curado à placa de suporte para formar a pastilha de freio final. Amostras para testar pastilhas ligadas voltadas para o mercado ainda sofreriam uma operação de pós-cozimento bem como um ou mais operações de acabamento antes de ser embalada para venda comercial. As amostras de Exemplos 1-13 foram pós-cozidas. Variações no processo podem incluir carregar de modo solto a mistura no molde de prensagem diretamente ou por uso de um sistema de aglutinante líquido. O material de atrito pode ser fixado diretamente à placa de suporte ou com uso de um material de sub-camada, como é bem conhecido na indústria.

EXEMPLO 1

Aglutinante	18
Fibra	5
Lubrificante	1
Abrasivos totais	23
Titanatos	16
Cargas	37
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0023] Os ingredientes de Exemplo 1 foram misturados em um misturador de tombamento padrão por aproximadamente 7 minutos e então pré-formas foram feitas e curadas por prensa quente para um forro de metal como descrito acima. O material de atrito de Exemplo 1 foi verificado como tendo boas características de fabricação versáteis e de desempenho descritas acima comparáveis a formulações de atrito contendo cobre ou ligas de cobre nos mesmos. Os exemplos restantes foram feitos pelo mesmo processo como Exemplo 1.

EXEMPLO 2

Aglutinante	12
Fibra	5
Lubrificante	1
Abrasivos totais	23
Titanatos	16
Cargas	43
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0024] A composição de atrito final de Exemplo 2 mostrou algumas características negativas indesejáveis. As pastilhas foram extremamente moles, com elevados números de compressibilidade. A pressão de prensa requerida para conseguir densidades de material aceitáveis foram quase duas vezes tão elevadas como segundo pior material nesse estudo. A retenção de ligação do material para a placa de suporte foi feita em teste a 300°C. As pastilhas também mostraram tendência para levantamento final do material da traseira durante a operação de pós-cozimento, mostrando que o nível de aglutinante foi muito baixo para prover suficiente integridade de pastilha. Acredita-se que um nível de aglutinante abaixo de 12% por volume significativamente prejudica a compressibilidade e características de ligação do material de atrito e deste modo deve ser mantido a ou acima de 12%.

EXEMPLO 3

Aglutinante	24
Fibra	5
Lubrificante	1
Abrasivos totais	23
Titanatos	16
Cargas	31
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0025] Algumas variações em Exemplo 3 como comparado a Exemplo 1 incluem volumes de vazio extremamente baixos na pastilha. Geralmente as características muito desejáveis para pastilhas de freio é que os níveis de ruído sejam baixos uma vez que o ruído de frenagem é uma causa comum de reclamações de consumidor relacionadas a sistemas de frenagem. Vazios de nível baixo também se correlacionam a pastilhas muito duras com valores de compressibilidade muito baixos. Esse material mostrou as menores propriedades de compressibilidade de todos os exemplos testados, demonstrando que o nível de aglutinante de resina elevado afeta essa propriedade. Como oposto a Exemplo 2, a ligação à placa de suporte ambas em temperatura ambiente e a 300°C foi excelente, e pressões de prensagem muito baixas foram requeridas para conseguir integridades de pastilha aceitáveis, mas devido à baixa compressibilidade e em particular os vazios baixos potencialmente causando ruído, um nível de aglutinante acima de 24% por volume do material de atrito seria indesejável. Assim, acredita-se que 24% de aglutinante por volume é o nível máximo de aglutinante que pode ser usado em um percentual de volume da composição de atrito final.

EXEMPLO 4

Aglutinante	18
Fibra	2
Lubrificante	1
Abrasivos totais	23
Titanatos	16
Cargas	40
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0026] Exemplo 4 reduz o teor de fibra para 2% por volume. Em comparação ao material de atrito de Exemplo 1, a pastilha foi difícil para pré-formar e apresentou compressão física baixa bem como e foi de alguma forma difícil ligar à placa de suporte a 300°C. O material de atrito curado foi inaceitavelmente frágil. Assim, as pastilhas devem incluir mais do que 2% e preferivelmente 3% ou mais por volume de fibra para prover características de desempenho aceitáveis.

EXEMPLO 5

Aglutinante	18
Fibra	10
Lubrificante	1
Abrasivos totais	23
Titanatos	16
Cargas	32
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0027] O material de Exemplo 5 empregou um nível elevado de fibra que produziu boas características de desempenho, mas algumas dificuldades de processo. Durante processamento, o nível elevado de fibra feita desse material difícil de misturas, mas dividindo a mistura em menores lotes ajudou. Entretanto, menores lotes significativamente aumentariam o custo de fabricação do material e deste modo

seria indesejável. Assim, o material de atrito deve ter menos que 10% em volume de fibras na composição total e mais particularmente, aproximadamente 3-8% em volume da composição total.

EXEMPLO 6

Aglutinante	18
Fibra	5
Lubrificante	0
Abrasivos totais	23
Titanatos	16
Cargas	38
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0028] Em Exemplo 6, o nível de lubrificantes foi reduzido a zero. Mesmo sem os lubrificantes, encontrou-se que a pré-formação e operações de prensagem foram suaves. Pastilha de freio final também mostrou níveis aceitáveis de atrito e outras características de desempenho.

EXEMPLO 7

Aglutinante	18
Fibra	5
Lubrificante	5
Abrasivos totais	23
Titanatos	16
Cargas	33
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0029] Em Exemplo 7, a quantidade de lubrificante foi aumentada para 5% em volume. Essas pastilhas mostraram a segunda menor compressibilidade dentro todos os exemplos testados, demonstrando que níveis elevados de lubrificantes negativamente afetam compressibilidade. O material de atrito deste modo deve ter

menos que 5% em volume do lubrificante na composição final, e preferivelmente sob 4% em volume da composição de material de atrito total.

EXEMPLO 8

Aglutinante	18
Fibra	5
Lubrificante	1
Abrasivos totais	15
Titanatos	16
Cargas	45
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0030] O material de atrito de Exemplo 8 apresentou níveis relativamente menores de material abrasivo. Esse material processou muito facilmente ambos durante efetuação e estagio de cura de prensa. A característica de desempenho de atrito foi marginalmente aceitável nesse caso, sugerir abaixamento do nível de abrasivo ainda negativamente impactaria o desempenho de atrito da formulação. Esse material apresentou o segundo menor coeficiente de nível de atrito medido dentro todos os exemplos testados, melhor somente que o material de atrito de Exemplo 3. Entretanto, nesse menor leves, acredita-se que abrasivos podem ser selecionados daqueles tendo maiores níveis de dureza Mohs para melhorar atrito a níveis aceitáveis, mas os mais duros dos abrasivos poderia causar pontuação da superfície de rotor durante aplicação. Assim, acredita-se que a quantidade total de abrasivos deve pelo menos ser maior que 15 % em volume da composição final.

EXEMPLO 9

Aglutinante	18
Fibra	5
Lubrificante	1
Abrasivos totais	30
Titanatos	16
Cargas	30
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0031] O material de atrito de Exemplo 9 aumentou o nível de materiais abrasivos para 30%. A pré-formação e características de processo foram boas. Ambos os desgastes de pastilha e desgaste de rotor foram o segundo mais elevado nos exemplos testados. É possível usar abrasivos mais brandos nesses níveis mais elevados para auxiliar desviar algumas dessas influências negativas, entretanto ainda permanece o aspecto adverso do elevado custo de usar uma elevada fração de volume do material de atrito. Conseqüentemente, um material de atrito tendo aproximadamente 30% ou menos abrasivos é preferido para minimizar desempenho de desgaste e custo, mesmo que o material de atrito possa ter de outra forma desempenho aceitável e características de processamento.

EXEMPLO 10

Aglutinante	18
Fibra	5
Lubrificante	1
Abrasivos totais	23
Titanatos	10
Cargas	43
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0032] O material de atrito de Exemplo 10 apresentou o menor nível de material

titanato de todos os Exemplos. Esse material processou e teve um bom desempenho em todos os aspectos. Entretanto, a variação de nível de atrito dentro de um simples teste foi o mais elevado para esse material. A diferença entre o maior e o menor coeficientes de atrito sob as numerosas condições do teste para essa formulação foi 0,22, enquanto o melhor candidato (Exemplo 11) mostrou uma faixa em coeficiente de atrito de somente 0,08. É deste modo mostrado que o material titanato falha em trabalhar como estabilizadores de atrito e, níveis de 10% em volume ou menos.

EXEMPLO 11

Aglutinante	18
Fibra	5
Lubrificante	1
Abrasivos totais	23
Titanatos	24
Cargas	29
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0033] O material de atrito em Exemplo 11 apresentou o maior nível de materiais titanato de todos os Exemplos. Esse material processou e efetuado muito bem em todos os aspectos. A variação de nível de atrito dentro de um teste simples foi o menor para esse material, a 0,08. O aspecto negativo de usar níveis elevados de titanatos é custo. Deste, é vantajoso usar titanatos em um nível de 24% em volume ou menos para conseguir os alvos de desempenho esboçados nessa invenção em uma base comercial.

EXEMPLO 12

Aglutinante	24
Fibra	10
Lubrificante	5
Abrasivos totais	30
Titanatos	24
Cargas	7
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0034] O material de atrito de Exemplo 12 é único em que o material usou nível elevados de todos constituintes. O aglutinante estava a 24%, fibras a 10%, lubrificantes a 5%, abrasivos a 30%, e titanatos a 24%. Isso resultou nos materiais de carga – o resto dos produtos químicos na formulação – sendo despejada a 7%. Esse material foi o pior de todos os materiais testados para ambos, processamento e desempenho. A massa do material foi maior que Exemplo 5, e o volume de mistura precisou ser cortado para processar o material com sucesso. O material apresentou muito baixa compressibilidade e quase nenhuma retenção a placa de suporte no teste de ligação a 300°C. O desgaste de pastilha e desgaste de rotor foram extremamente elevados, com perda de peso total das pastilhas e os rotores adicionando bem mais do que 3 vezes o melhor candidato testado. O material também mostrou levantamento final após o teste de desempenho. Acredita-se ser virtualmente impossível fazer um bom material de atrito nesses níveis baixos de outros ingredientes. O próximo menor nível de materiais de carga viria do Exemplo 11, que usou 29% de material de carga. Essa formulação de Exemplo 11 efetuou bem global, e pode ser possível ir para um nível intermediário entre 7 e 29 e ainda conseguir desempenho aceitável.

EXEMPLO 13

Aglutinante	12
Fibra	2
Lubrificante	0
Abrasivos totais	15
Titanatos	10
Cargas	61
Cobre e ligas de cobre	0
Total	100

[0035] O material de atrito Exemplo 13 é o inverso de Exemplo 12 e apresentou o menor nível de todos os ingredientes estudados em exemplos prévios e o maior dos outros materiais. Esse material apresentou o menor custo de todas as formulações, que é para ser esperado como os materiais de carga tipicamente são mais baratos que os outros ingredientes na formulação. O material processamento bastante bem, e apresentou características de atrito médias. No entanto, as pastilhas de freio foram muito moles com elevados valores de compressibilidade. Além disso, a força de ligação do material de atrito para a placa de suporte foi pobre. A faixa de coeficiente de atrito foi a segunda maior, conforme essa formulação também apresentou o menor nível de titanatos entre os exemplos descritos aqui. Acredita-se ser virtualmente impossível superar todos esses negativos escolhendo o abrasivo correto, titanato correto, melhor fibra e o sistema aglutinante correto, todos enquanto mantendo o nível elevado de materiais de carga. Deste modo, os outros ingredientes na formulação de atrito devem ser bem abaixo dos 61%, e preferivelmente abaixo de 45%.

[0036] A descrição precedente descreve formas de realização exemplares da presente invenção. Um versado na técnica prontamente reconhecerá a partir desta descrição, e dos desenhos e reivindicações em anexo que várias mudanças, modificações e variações podem ser feitas sem afastar-se do espírito e escopo da invenção como definido pelas reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Material de atrito para um freio, caracterizado pelo fato de consistir de: pelo menos um aglutinante que forma aproximadamente 15-20% em volume, dito aglutinante é pelo menos um do grupo consistindo de um sistema de resina fenólica reta, um sistema de resina fenólica modificada, silicone, acrílico, epóxi e nitrila;

pelo menos uma fibra que forma 3-8% em volume, a dita fibra é escolhida de um grupo consistindo de fibras de aramida, poliacrilonitrila (PAN) e celulose;

pelo menos um lubrificante que forma menos do que 5% em volume, o dito lubrificante é selecionado do grupo consistindo essencialmente de sulfetos de estanho, trissulfeto de antimônio, trióxido de antimônio, sulfeto de zinco, sulfetos de ferro, ftalocianina, pó de estanho, e pó de zinco;

pelo menos um abrasivo que forma 17-25% em volume, o dito abrasivo é escolhido de um grupo consistindo de fibras minerais, zircônia, zircão, silicato de zircônio, mica, alumina, fibras cerâmicas, silicato de cálcio magnésio, silicato de cálcio magnésio zircônio, silicato de cálcio magnésio alumínio, silicato de magnésio alumínio, fibras minerais sintéticas, tais como lã dura, lã de escória e lã de rocha, sílica, dióxido de silício, areia, carbetto de silício, óxido de ferro e óxido de magnésio;

pelo menos um titanato que forma pelo menos 13% em volume, o dito titanato é selecionado de pelo menos um dentre hexatitanato e octatitanato;

outros materiais que formam 29-45% em volume, os ditos outros materiais compreendendo pelo menos um de cal, óxido de cálcio, talco, carbonato de cálcio, wollastonita, baritas, silicato de cálcio, carbonos, tais como grafite e coque de petróleo, pós de atrito; e

em que o material de atrito é livre de amianto, cobre e fibras de aço.

2. Material de atrito, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende:

pelo menos um lubrificante que forma 0,5-3% em volume;

pelo menos um titanato que forma 13-20% em volume.

3. Pastilha de freio, caracterizada pelo fato de compreender uma placa de

suporte e uma pastilha de atrito fixada na placa de suporte, e a dita pastilha de atrito sendo fabricada de um material de atrito como definido em qualquer uma das reivindicações 1 ou 2.

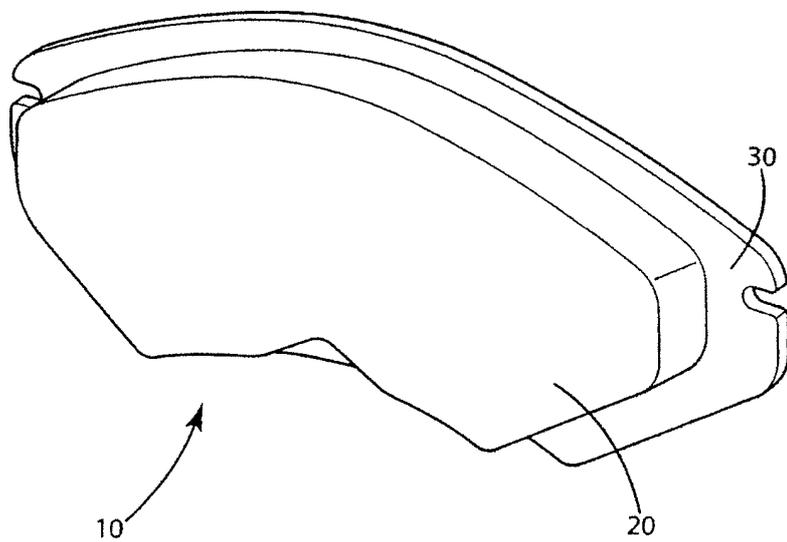


Fig. 1