



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

(21) PI 0918330-2 A2



* B R P I 0 9 1 8 3 3 0 A 2 *

(22) Data do Depósito: 01/12/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 04/08/2020

(54) Título: PARTÍCULAS ABRASIVAS

(51) Int. Cl.: B24D 18/00; B24D 3/06; B24D 3/04.

(30) Prioridade Unionista: 17/12/2008 US 12/337,112.

(71) Depositante(es): 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY.

(72) Inventor(es): DWIGHT D. ERICKSON; SCOTT R. CULLER; NEGUS B. ADEFERIS; JOHN T. BODEN; JONH D. HAAS.

(86) Pedido PCT: PCT US2009066199 de 01/12/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/077518 de 08/07/2010

(85) Data da Fase Nacional: 17/06/2011

(57) Resumo: PARTÍCULAS ABRASIVAS. A presente invenção refere-se a um abrasivo que compreende partículas abrasivas formatadas, cada uma com uma abertura. As partículas abrasivas formatadas são formadas a partir de alfa alumina e têm uma primeira face e uma segunda face separadas por uma espessura t . A abertura em cada uma das partículas abrasivas formatadas pode otimizar o desempenho de trituração através de redução do tamanho de um plano de desgaste resultante, pode fornecer um reservatório para um auxiliar de trituração, e pode otimizar a adesão a um substrato em um artigo abrasivo revestido.

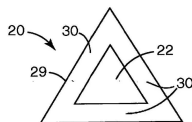


Fig. 1A

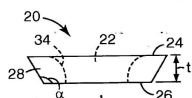


Fig. 1B

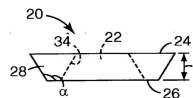


Fig. 1C

"PARTÍCULAS ABRASIVAS"

Antecedentes

As partículas abrasivas e os artigos abrasivos produzidos a partir das partículas abrasivas são úteis para abrasão, acabamento ou trituração de uma ampla variedade de materiais e superfícies na fabricação de mercadorias. Como tal, continua a existir uma necessidade para aperfeiçoar o custo, desempenho ou vida da partícula abrasiva e/ou do artigo abrasivo.

As partículas abrasivas com formato triangular e os artigos abrasivos que usam as partículas abrasivas com formato triangular são apresentados nas patentes U.S. 5.201.916 de Berg, 5.366.523 de Rowenhorst, e 5.984.988 de Berg. Em uma modalidade, o formato das partículas abrasivas compreende um triângulo equilátero. As partículas abrasivas com formato triangular são úteis na fabricação de artigos abrasivos que têm taxas de corte acentuadas.

Sumário

As partículas abrasivas formatadas, em geral, podem ter desempenho superior aos das partículas abrasivas aleatoriamente esmagadas. Através do controle do formato da partícula abrasiva é possível controlar o desempenho resultante do artigo abrasivo. Os inventores descobriram que através da produção de uma partícula abrasiva moldada com um abertura, orifício ou abertura, vários benefícios inesperados ocorreram.

Primeiro, as partículas abrasivas formatadas com uma abertura têm uma taxa de corte aprimorada em comparação com partículas abrasivas formatadas de modo similar sem uma abertura. Sem se ater à teoria, acredita-se que esta taxa de corte aprimorada resulta de uma redução no tamanho do plano de desgaste conforme a partícula abrasiva é usada. Conforme as partículas abrasivas formatadas se desgastam, tipicamente um plano de desgaste cada vez maior aparece na superfície de trabalho da partícula abrasiva formatada, embotando a partícula abrasiva formatada. Em contraste, conforme as partículas abrasivas formatadas com uma abertura se desgastam, o tamanho do plano de desgaste inicialmente aumenta até que a partícula abrasiva formatada é desgastada através da abertura. Neste ponto, a presença da abertura reduz efetivamente o tamanho total do plano de desgaste criando dois planos de desgaste menores ao invés do único plano de desgaste maior anteriormente apresentado. Os recém-formados planos de desgaste menores re-afiam a partícula abrasiva formatada, acentuando seu desempenho sobre partículas abrasivas formatadas de modo similar sem uma abertura.

Segundo, acredita-se que a abertura na partícula abrasiva formatada, em algumas modalidades, pode agir como um reservatório para manter mais compostos de auxílio de trituração ou superdimensionados que podem ser colocados em partículas abrasivas formatadas de modo similar em uma abertura. Adicionalmente, uma vez que o auxiliar de trituração está presente sobre a superfície e no meio da partícula abrasiva formatada com

uma abertura, o auxiliar de trituração está presente durante o uso inicial da partícula abrasiva formatada e depois conforme a partícula abrasiva formatada com uma abertura é desgastada através do reservatório de auxiliar de trituração situado na abertura, acentuando deste modo o desempenho de corte.

5 Por último, em algumas modalidades, acredita-se que a abertura nas partículas abrasivas formatadas pode agir como um ponto de âncora para prender mais firmemente as partículas abrasivas formatadas a um substrato através de uso de um revestimento artificialmente produzido ou revestimento intermediário, reduzindo deste modo o “descascamento” das partículas abrasivas formatadas durante o uso. Quando as
10 partículas abrasivas formatadas com uma abertura são usadas para formar um artigo abrasivo revestido, o revestimento artificialmente produzido ou intermediário curado pode passar completamente através do partícula abrasiva formatada. Desta forma, as partículas abrasivas formatadas com uma abertura são mais firmemente fixadas ao revestimento quando comparadas a uma partícula abrasiva formatada de modo similar que é apenas
15 fixada por adesão aos lados da partícula. Em essência, as partículas abrasivas formatadas com uma abertura são “costuradas” no revestimento artificialmente produzido ou intermediário, uma vez que o revestimento pode passar através da abertura, deste modo segurando mais firmemente a partícula, em oposição à partículas abrasivas formatadas de modo similar sem aberturas e sendo coladas apenas pelos seus lados.

20 Portanto, em uma modalidade, a descrição descreve um abrasivo que compreende: partículas abrasivas formatadas, cada uma com uma abertura, cada uma das partículas abrasivas formatadas compreendendo alfa alumina e tendo uma primeira face e uma segunda face separadas por uma parede lateral que tem uma espessura t.

Breve Descrição Dos Desenhos

25 Deve ser compreendido pelo versado na técnica que a presente discussão é uma descrição de modalidades exemplificadoras apenas, e cuja intenção não é limitar os aspectos mais amplos da presente descrição, cujos aspectos amplos são incorporados na construção exemplificadora.

30 A figura 1A ilustra uma vista superior de uma modalidade de uma partícula abrasiva formatada com uma abertura.

A figura 1B ilustra uma vista lateral de uma modalidade da partícula abrasiva formatada da figura 1A.

A figura 1C ilustra uma vista lateral de outra modalidade da partícula abrasiva formatada da figura 1A.

35 A figura 2A ilustra uma vista lateral de uma partícula abrasiva formatada parcialmente desgastada sem uma abertura.

A figura 2B ilustra uma vista lateral de uma partícula abrasiva formatada parcialmente

desgastada da figura 1A quando fixada a um artigo abrasivo pela base do triângulo.

A figura 2C ilustra uma vista lateral de uma partícula abrasiva formatada parcialmente desgastada da figura 1A quando fixada a um artigo abrasivo pela ponta do triângulo.

5 A figura 3 ilustra uma fotomicrografia das partículas abrasivas formatadas com uma abertura em comparação com partículas abrasivas formatadas de modo similar sem uma abertura.

A figura 4 ilustra uma fotomicrografia de outra modalidade das partículas abrasivas formatadas com uma abertura.

10 A figura 5 ilustra modalidades alternativas das partículas abrasivas formatadas com uma abertura.

A figura 6 ilustra um artigo abrasivo que tem uma pluralidade de partículas abrasivas formatadas com uma abertura.

15 A figura 7 ilustra uma fotomicrografia de outra modalidade das partículas abrasivas formatadas com uma abertura, em uma ferramenta de produção que tem uma pluralidade de cavidades de molde.

A figura 8 ilustra um gráfico de desempenho de trituração.

A figura 9 ilustra outro gráfico de desempenho de trituração.

O uso repetido de caracteres de referência no relatório descritivo e nos desenhos destina-se a representar as características ou elementos iguais ou análogos da revelação.

20 Definições

Para uso na presente invenção, as formas das palavras “compreender”, “ter” e “incluir” são legalmente equivalentes e não são limitadoras. Portanto, elementos, funções, etapas ou limitações adicionais não citados podem estar presentes em adição a elementos citados, funções, etapas ou limitações.

25 Para uso na presente invenção, o termo “dispersão abrasiva” significa um precursor de alfa alumina que pode ser convertido em alfa alumina, que é introduzida em uma cavidade do molde. A composição é chamada de dispersão abrasiva até que componentes voláteis suficientes sejam removidos a fim de ocorrer a solidificação da dispersão abrasiva.

30 Para uso na presente invenção, o termo “partícula abrasiva formatada precursora” significa a partícula não-sinterizada produzida pela remoção de uma quantidade suficiente do componente volátil a partir da dispersão abrasiva, quando ela está na cavidade do molde, para formar um corpo solidificado que pode ser removido da cavidade do molde e substancialmente retém seu formato moldado em operações de processamento subsequentes.

35 Para uso na presente invenção, o termo “partícula abrasiva formatada” significa uma partícula abrasiva de cerâmica com pelo menos uma porção da partícula abrasiva tendo um formato predeterminado que é reproduzido a partir de uma cavidade do molde usada para formar a partícula abrasiva formatada precursora. Exceto no caso de fragmentos abrasivos

(por exemplo, conforme descrito no pedido provisório U.S. 61/016965), a partícula abrasiva formatada irá, em geral, ter um formato geométrico predeterminado que substancialmente reproduz a cavidade do molde que foi usada para formar a partícula abrasiva formatada. A partícula abrasiva formatada, para uso na presente invenção, exclui partículas abrasivas obtidas por uma operação de esmagamento mecânico.

Descrição Detalhada

Partícula Abrasiva formatada com uma Abertura

Com referência às figuras 1A, 1B e 1C, uma partícula abrasiva formatada 20 com uma abertura 22 exemplificadora é ilustrada. O material a partir do qual a partícula abrasiva formatada 20 com uma abertura 22 é feita compreende alfa alumina. As partículas abrasivas formatadas de alfa alumina podem ser produzidas a partir de uma dispersão de monohidrato de óxido de alumínio que é gelificada, formatada até um formato, seca para reter o formato, calcinada, e sinterizada, conforme discutido mais adiante neste documento. O formato da partícula abrasiva formatada é retido sem a necessidade de um aglutinante para formar um aglomerado que compreende as partículas abrasivas em um aglutinante, que é então formado em uma estrutura formatada.

Em geral, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 compreendem corpos delgados que tem uma primeira face 24, e uma segunda face 26, e que tem uma espessura t . Em algumas modalidades, a primeira face 24 e a segunda face 26 são conectadas umas às outras por uma parede lateral mais espessa 28. Em outras modalidades, a parede lateral 28 pode ser minimizada para partículas onde as faces se estreitam em direção a uma borda ou ponto mais delgado, onde eles se encontram no interior devido a parede lateral mais espessa 28. Em algumas modalidades, a primeira face 24 é substancialmente plana, a segunda face 26 é substancialmente plana, ou ambas faces são substancialmente planas. Alternativamente, as faces podem ser côncavas ou convexas. Em uma modalidade, a primeira face 24 e a segunda face 26 são substancialmente paralelas uma a outra. Em outras modalidades, a primeira face 24 e a segunda face 26 podem não ser paralelas, de tal modo que uma face é inclinada em relação a outra face, e linhas imaginárias tangentes a cada face iriam se cruzar em algum ponto. A parede lateral 28 da partícula abrasiva formatada 20 com uma abertura 22 pode variar, e ela forma o perímetro 29 da primeira face 24 e da segunda face 26. Em uma modalidade, o perímetro 29 da primeira face 24 e da segunda face 26 é selecionado pra ter um formato geométrico, e a primeira face 24 e a segunda face 26 são selecionadas para ter o mesmo formato geométrico, embora elas possam diferir em tamanho, com uma face sendo maior que a outra face. Em uma modalidade, o perímetro 29 da primeira face 24 e o perímetro 29 da segunda face 26 tinha um formato triangular que é ilustrado.

A abertura 22, em uma modalidade, passa completamente através da primeira face

24 e da segunda face 26, conforme se pode observar melhor nas figuras 1B e 1C. Em outras modalidades, a abertura 22 compreende um orifício oculto que pode não passar completamente através de ambas faces. Conforme será discutido mais adiante, um orifício ou abertura oculto pode ainda reduzir o tamanho de um plano de desgaste resultante, ajudar a fixar a partícula abrasiva formatada a um substrato, ou reduzir significativamente a densidade aparente das partículas abrasivas formatadas. Em uma modalidade, o tamanho da abertura 22 é muito grande em relação à área da primeira face 24 ou da segunda face 26. Conforme se pode observar melhor na figura 1 A, a abertura 22 compreendia um formato triangular aproximadamente similar ao formato do perímetro 29 da partícula abrasiva formatada 20. Deste modo, a partícula abrasiva formatada 20 com uma abertura 22 compreendia uma conexão integral de uma pluralidade de barras 30 unidas por suas respectivas extremidades para formar um polígono fechado.

Em várias modalidades da invenção, uma razão de abertura da área de abertura dividida pela área de face da maior entre a primeira face 24 e a segunda face 26 pode estar entre cerca de 0,05 e cerca de 0,95, ou entre cerca de 0,1 e cerca de 0,9, ou entre cerca de 0,1 e cerca de 0,7, entre cerca de 0,05 e cerca de 0,5, ou entre cerca de 0,05 e cerca de 0,3. Para os propósitos deste cálculo, a área de face tem por base a área encerrada pelo perímetro 29, sem subtrair qualquer área devido a abertura 22. Conforme será descrito mais adiante, acredita-se que partículas abrasivas formatadas 20 que têm uma abertura maior 22 em relação ao tamanho da face têm um desempenho de trituração aprimorado. As partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 na figura 3 têm uma razão de abertura média de 0,23, e as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 na figura 4 têm uma razão de abertura de 0,05.

Em várias modalidades da invenção, a área ou tamanho da primeira face 24 e a área ou tamanho da segunda face 26 são substancialmente iguais. Em outras modalidades da invenção, a primeira face 24 ou a segunda face 26 pode ser menor que a outra face. Com referência às figuras 1B e 1C, o ângulo de saída é entre a segunda face 26 e a parede lateral 28 da partícula abrasiva formatada 20 pode variar para alterar os tamanhos relativos de cada face. Em uma modalidade da invenção, o ângulo de saída é pode ser de aproximadamente 90 graus, de tal modo que a área de ambas faces são substancialmente iguais. Em outra modalidade da invenção, o ângulo de saída é pode ser maior que 90 graus, de tal modo que a área da primeira face 24 é maior que a área da segunda face 26. Em outra modalidade da invenção, o ângulo de saída é pode ser menor que 90 graus, de tal modo que a área da primeira face 24 é menor que a área da segunda face 26. Em várias modalidades da invenção, o ângulo de saída é pode estar entre aproximadamente 95 graus e aproximadamente 130 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 125 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 120 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 115 graus,

ou entre cerca de 95 graus e cerca de 110 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 105 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 100 graus.

Sem se ater à teoria, acredita-se que um ângulo de saída diferente de 90 graus resulta nas partículas abrasivas formatadas 20 se inclinando ao invés de se ter uma orientação de 90 graus em relação ao substrato 52 em um artigo abrasivo revestido 50, uma vez que a base da partícula abrasiva formatada 20 no abrasivo revestido (parede lateral 28) é inclinada devido ao ângulo de saída. Devido ao fato de que as partículas abrasivas formatadas 20 são principalmente tombadas ou inclinadas para um lado devido a base angular sobre a qual elas descansam, eles podem ter um ângulo de orientação menor que 90 graus em relação ao substrato 52, acentuando deste modo as taxas de corte conforme descrito em maiores detalhes no pedido de patente copendente nº de série U.S. 12/337.075, intitulado "Shaped Abrasive Particles With A Sloping Sidewall", que tem o número da súmula do advogado 64869US002, depositado em 17 de dezembro de 2008.

Agora com referência às figuras 2A a 2C, três partículas abrasivas formatadas são ilustradas desgastadas através de cerca de 1/3 da altura original da partícula, conforme mostrado pelas linhas tracejadas. A figura 2A mostra uma partícula abrasiva sólida formatada de modo similar, conforme comumente orientado para se fazer um artigo abrasivo revestido 50. Conforme a ponta da partícula se desgasta, um plano de desgaste 32 aparece que começa a embotar a partícula. Devido ao formato da partícula, o tamanho do plano de desgaste tipicamente se torna cada vez maior quanto mais da partícula abrasiva formatada é usada. Portanto, o desempenho de corte para a partícula abrasiva formatada pode cair significativamente conforme o tamanho do plano de desgaste continua a aumentar.

A figura 2B mostra uma partícula abrasiva formatada 20 com uma abertura 22 desgastada quando orientada com sua ponta ou vértice para cima em um artigo abrasivo revestido 50. Conforme a ponta da partícula abrasiva formatada 20 se desgasta, o tamanho do plano de desgaste permanece relativamente constante independentemente da altura presente da partícula. Este resultado pode ocorrer quando o formato da abertura 22 deixa uma área relativamente constante da partícula abrasiva formatada em contato com a peça de trabalho, conforme a altura da partícula abrasiva formatada é reduzida. Para a partícula abrasiva formatada ilustrada, o tamanho dos dois planos de desgaste 32, depois que o pico inicial é usado, pode permanecer razoavelmente pequeno, até que as duas barras laterais são usadas até tal ponto que o comprimento do plano de desgaste se aproxima da largura da partícula abrasiva formatada. Sem se ater à teoria, acredita-se que as partículas abrasivas formatadas 20 que têm aberturas maiores 22 e planos de desgaste menores 32 irão cortar melhor que partículas abrasivas formatadas 20 com aberturas menores 22 ou sem aberturas e planos de desgaste maiores 32.

A figura 2B mostra uma partícula abrasiva formatada 20 com uma abertura 22

desgastada quando orientada com sua ponta ou vértice para baixo em um artigo abrasivo revestido 50. Inicialmente, um plano de desgaste maior 32 está presente, mas depois que o material é removido, o tamanho do plano de desgaste 32 cai significativamente uma vez que a partícula abrasiva formatada é desgastada até a abertura 22. Portanto, mesmo 5 partículas abrasivas formatadas orientadas com a base para cima e com a ponta para baixo podem se beneficiar da presença da abertura 22.

Partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 podem ter vários benefícios inesperados sobre partículas abrasivas sólidas formatadas com uma abertura. Primeiro, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 tem uma taxa de corte 10 acentuada em comparação com partículas abrasivas sólidas formatadas, conforme mostrado nos exemplos e nas figuras 7 e 8. Sem se ater à teoria, acredita-se que esta taxa de corte aprimorada resulta de uma redução no tamanho do plano de desgaste 32 conforme a partícula abrasiva é usada. Conforme as partículas abrasivas formatadas se desgastam, tipicamente um plano de desgaste 32 cada vez maior aparece na superfície de trabalho da 15 partícula abrasiva formatada, embotando a partícula abrasiva formatada. Em contraste, conforme as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 se desgastam, o tamanho do plano de desgaste 32 pode inicialmente aumentar até que a partícula é desgastada através da abertura 22. Neste ponto, a presença da abertura 22 reduz efetivamente o tamanho total do plano de desgaste 32 criando dois planos de desgaste 20 menores ao invés do único plano de desgaste maior anteriormente apresentado. Os recém-formado planos de desgaste menores 32 re-afiam a partícula abrasiva formatada 20, acentuando seu desempenho sobre partículas abrasivas sólidas formatadas.

Segundo, acredita-se que a abertura 22 na partícula abrasiva formatada, em algumas modalidades, pode agir como um reservatório para manter mais compostos de 25 auxílio de trituração ou superdimensionados que podem ser colocados em partículas abrasivas sólidas formatadas sem uma abertura 22. Adicionalmente, uma vez que o auxiliar de trituração está presente sobre a superfície e no meio da partícula abrasiva formatada 20 com uma abertura 22, o auxiliar de trituração está presente durante o uso inicial da partícula abrasiva formatada e depois conforme a partícula abrasiva formatada 30 20 com uma abertura 22 é desgastada através do reservatório de auxiliar de trituração situado na abertura 22, acentuando deste modo o desempenho de corte.

Por último, em algumas modalidades, acredita-se que a abertura 22 nas partículas abrasivas formatadas 20 pode agir como um ponto de âncora para prender mais firmemente as 35 partículas abrasivas formatadas 20 a um substrato 52 através de uso de um revestimento artificialmente produzido 54 ou revestimento intermediário 58, reduzindo deste modo o "descascamento" das partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 durante o uso. Quando as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 são usadas para formar

um artigo abrasivo revestido 50, o revestimento artificialmente produzido ou intermediário curado 58 pode passar completamente através do partícula abrasiva formatada 20. Desta forma, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 são mais firmemente fixadas ao revestimento quando comparadas a uma partícula abrasiva sólida formatada, que está apenas
5 fixada por adesão aos lados da partícula abrasiva formatada. Em essência, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 são "costuradas" no revestimento artificialmente produzido ou intermediário 58, uma vez que o revestimento pode passar através da abertura 22, deste modo segurando mais firmemente a partícula abrasiva formatada, em oposição à partículas abrasivas sólidas formatadas sendo coladas apenas pelos seus lados.

10 Em várias modalidades da invenção em um artigo abrasivo revestido 50, a abertura 22 nas partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 pode conter um revestimento artificialmente produzido, um revestimento intermediário, um revestimento superior, um auxiliar de trituração, espaço vazio, ou qualquer combinação destes itens.

Agora com referência às figuras 3 e 4, fotomicrografias das partículas abrasivas
15 formatadas 20 com uma abertura 22 são mostradas. A figura 3 mostra uma comparação entre as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 e as partículas abrasivas formatadas de modo similar em formato de prato. Mais informações relacionadas ao aprimoramento de trituração resultante das partículas abrasivas formatadas em formato de prato são apresentadas no pedido de patente U.S. número de
20 série 12/336.961, intitulado "Dish-Shaped Abrasive Particles With A Recessed Surface", depositado em 17 de dezembro de 2008, e que tem o número da súmula do advogado 64716US002. Na figura 3, o perímetro superior ou inferior 29 da primeira face 24 e da segunda face 26 formam um triângulo equilátero. Na figura 4, o perímetro superior ou inferior 29 da primeira face 24 e da segunda face 26 formam um triângulo isósceles.

25 Existem dois métodos primários para fabricação de partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22. Em ambos métodos, um plástico ou ferramenta de produção polimérica que tem uma pluralidade de cavidades de molde é usado para formar uma pluralidade de partículas abrasivas formatadas precursoras. Em um método, a taxa de secagem do sol-gel é controlada de tal modo que o sol-gel tende a migrar durante secagem,
30 em direção às bordas e lados da cavidade do molde, resultando em uma abertura 22 sendo formada na partícula abrasiva formatada 20. Na figura 3, todas as partículas abrasivas formatadas 20 mostradas foram feitas usando-se a mesma ferramenta de produção, entretanto, as condições de secagem e taxas de secagem foram mudadas para fazer com que as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 aparecessem do lado
35 direito. Em outro método profético, acredita-se que as cavidades do molde na ferramenta de produção podem ter um elemento de molde reto no formato da abertura 22 que evita que o sol-gel ocupe o centro ou outra porção da cavidade do molde, formando assim uma abertura

22 nas partículas abrasivas formatadas precursoras. Usando-se uma cavidade do molde que lembra uma assadeira de bolo "Bundt", que deixa um orifício no centro de um bolo Bundt, uma abertura 22 em cada uma das partículas abrasivas formatadas 20 pode ser formada.

Devido aos diferentes métodos acima para produção das partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22, o contorno da abertura resultante 22 pode ser bem diferente. Conforme se pode observar melhor na figura 1B e nas figuras 3 e 4, quando se usa o método de secagem controlado, uma superfície interna 34 da abertura 22 é convexa ou curva de tal modo que o tamanho da abertura na primeira face 24 é maior que o tamanho da abertura na segunda face 26. Acredita-se que a curvatura resulta de um menisco que se forma no sol-gel durante a secagem controlada. Conforme a secagem progride, o sol-gel é absorvido em direção às e para cima das bordas do molde de polipropileno, deixando uma abertura 22 na partícula abrasiva formatada 20 e uma superfície interna curva 34. Conforme se pode observar melhor na figura 1C, quando a abertura 22 é formada por um molde que tem um elemento de molde reto, o contorno da superfície interna 34 pode ser controlado. O contorno da superfície interna 34 pode ser plano, convexo, ou côncavo, dependendo do formato do elemento de molde reto. Adicionalmente, a superfície interna 34 pode ser afunilada de tal modo que o tamanho da abertura 22 em cada face é diferente. Acredita-se que a superfície interna 34 deve ser uma superfície cônica de tal modo que a abertura 22 é mais estreita no topo da cavidade do molde e mais larga no fundo da cavidade do molde, para melhor liberação das partículas abrasivas formatadas 20 do molde e para evitar craqueamento das partículas abrasivas formatadas 20 durante a secagem.

Com referência à figura 5, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 podem ter vários formatos tridimensionais. O formato geométrico do perímetro 29 pode ser triangular, retangular, circular, elíptico, em forma de estrela ou aquele de outros polígonos regulares ou irregulares. A abertura 22 pode ser selecionada para ter o mesmo formato que o perímetro 29, conforme mostrado na figura 5A. Portanto, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 podem compreender uma conexão integral de uma pluralidade de barras 30 unidas em suas respectivas extremidades para formar um polígono fechado. Alternativamente, o formato da abertura 22 pode ser selecionado para ser diferente do formato do perímetro 29, conforme mostrado nas figuras 5B e 5C. Dependendo da função primária da abertura 22 (acentuamento da taxa de corte, armazenamento de auxiliar de trituração, ou descascamento reduzido) o tamanho e/ou formato da abertura 22 pode variar para executar funções diferentes mais efetivamente. Em uma modalidade, o perímetro 29 compreendeu um triângulo equilátero. Para propósitos desta descrição, um formato substancialmente triangular inclui, também, polígonos de três lados, sendo que um ou mais dos lados podem ser arqueados e/ou as pontas do triângulo podem ser arqueadas.

Na maioria dos casos, a razão entre o comprimento da dimensão facial mais curta da

partícula abrasiva formatada 20 e a espessura da partícula abrasiva formatada 20 é de pelo menos 1 para 1, ou pelo menos 2 para 1, ou pelo menos 5 para 1, ou pelo menos 6 para 1. Para uso na presente invenção, o termo “espessura”, quando aplicado a uma partícula que tem uma espessura que varia ao longo de sua configuração plana, significa a espessura mínima. Se a partícula tem uma espessura substancialmente uniforme, os valores de espessura mínima, máxima, média e mediana devem ser substancialmente iguais. Por exemplo, no caso de um triângulo, se a espessura é a equivalente a “a”, o comprimento do lado mais curto do triângulo é, de preferência, pelo menos “2a”. No caso de uma partícula em que duas ou mais das dimensões faciais mais curtas têm um comprimento igual, as relações anteriormente mencionadas continuam a se manter. Na maioria dos casos, as partículas abrasivas formatadas 20 são polígonos que tem pelo menos três lados, o comprimento de cada lado sendo maior que a espessura da partícula. Na situação especial de um círculo, elipse, ou um polígono que tem lados muito curtos, o diâmetro do círculo, o diâmetro mínimo da elipse, ou o diâmetro do círculo que pode ser circunscrito dentro do polígono de lados pequenos é considerado como sendo a dimensão facial mais curta da partícula. A espessura das partículas situam-se, de preferência, na faixa de cerca de 10 a 1.000 micrômetros. Esta razão de aspecto pode fornecer um desempenho aprimorado da partícula abrasiva formatada 20.

As partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 podem ter várias razões de aspecto volumétricas. A razão de aspecto volumétrica é definida como a razão entre a área em seção transversal máxima passando através do centróide de um volume dividida pela área em seção transversal mínima passando através do centróide. Para alguns formatos, a área em seção transversal máxima ou mínima pode ser um plano tombado, angular, ou inclinado em relação à geometria externa do formato. Por exemplo, uma esfera teria uma razão de aspecto volumétrica de 1,000, enquanto um cubo teria uma razão de aspecto volumétrica of 1,414. Uma partícula abrasiva formatada sob a forma de um triângulo equilátero, que tem cada lado igual ao comprimento A e uma espessura igual a A, terá uma razão de aspecto volumétrica de 1,54, e se a espessura é reduzida para 0,25A, a razão de aspecto volumétrica aumenta para 2,64. Acredita-se que partículas abrasivas formatadas com uma abertura que tem uma razão de aspecto volumétrica maior têm um desempenho de corte aprimorado. Em várias modalidades da invenção, a razão de aspecto volumétrica para as partículas abrasivas formatadas com uma abertura pode ser maior que cerca de 1,15, ou maior que cerca de 1,50, ou maior que cerca de 2,0, ou entre cerca de 1,15 e cerca de 10,0, ou entre cerca de 1,20 e cerca de 5,0, ou entre cerca de 1,30 a cerca de 3,0.

Outra características das partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 pode ser uma densidade aparente extremamente baixa, conforme testado pelo ANSI B74.4 – 1992 Procedimento para Densidade Aparente de Grãos Abrasivos. Uma vez que a abertura 22 pode reduzir significativamente a massa das partículas abrasivas formatadas

20 sem reduzir seu tamanho geral, a densidade aparente resultante pode ser extremamente baixa. Adicionalmente, a densidade aparente das partículas abrasivas formatadas 20 pode ser prontamente alterada e controlada simplesmente variando-se o tamanho e o formato da abertura 22 nas partículas. Para algumas aplicações, como rodas
5 de trituração vitrificadas com abrasivo ligado, as partículas abrasivas de baixa densidade aparente podem ter um melhor desempenho de trituração.

A densidade aparente dos triângulos sólidos na figura 3 foi determinada como sendo 1,40 g/cm³. A densidade aparente dos triângulos com as aberturas na figura 3 foi determinada como sendo 0,91 g/cm³. A densidade aparente dos triângulos isósceles com aberturas na figura
10 4 foi determinada como sendo 0,89 g/cm³. Em várias modalidades da invenção, a densidade aparente das partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 pode ser menor que 1,35 g/cm³, ou menor que 1,20 g/cm³, ou menor que 1,00 g/cm³, ou menor que 0,90 g/cm³.

Partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 produzidas de acordo com a presente descrição podem ser incorporadas a um artigo abrasivo, ou usadas de forma solta. As
15 partículas abrasivas são, em geral, classificadas para uma dada distribuição de tamanho de partícula antes do uso. Tais distribuições têm tipicamente uma faixa de tamanhos de partícula, desde partículas ásperas a partículas finas. Na técnica abrasiva, essa faixa algumas vezes é chamada de frações "ásperas", de "controle" e "finas". As partículas abrasivas classificadas de acordo com os padrões de classificação aceitos pela indústria de abrasivos especificam a
20 distribuição de tamanho da partícula para cada classificação nominal dentro de limites numéricos. Tais padrões de classificação aceitos pela indústria (isto é, classificação nominal especificada pela indústria de abrasivos) incluem aqueles conhecidos como os padrões do American National Standards Institute, Inc. (ANSI), padrões da Federation of European Producers of Abrasive Products (FEPA) e padrões da Japanese Industrial Standard (JIS).

As designações de classificação da ANSI (isto é, classificações nominais especificadas) incluem: ANSI 4, ANSI 6, ANSI 8, ANSI 16, ANSI 24, ANSI 36, ANSI 40,
25 ANSI 50, ANSI 60, ANSI 80, ANSI 100, ANSI 120, ANSI 150, ANSI 180, ANSI 220, ANSI 240, ANSI 280, ANSI 320, ANSI 360, ANSI 400 e ANSI 600. As designações de classificação da FEPA incluem P8, P12, P16, P24, P36, P40, P50, P60, P80, P100, P120,
30 P150, P180, P220, P320, P400, P500, P600, P800, P1000 e P1200. As designações de classificação da JIS incluem JIS8, JIS12, JIS16, JIS24, JIS36, JIS46, JIS54, JIS60, JIS80, JIS100, JIS150, JIS180, JIS220, JIS240, JIS280, JIS320, JIS360, JIS400, JIS600, JIS800, JIS1000, JIS1500, JIS2500, JIS4000, JIS6000, JIS8000 e JIS10.000.

Alternativamente, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22
35 podem ser passadas por um grau de filtragem nominal usando-se peneiras de teste padrão americanas em conformidade com a ASTM E-11 "Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes". A ASTM E-11 proscreeve os requisitos para o design e

construção de peneiras de realização de testes usando-se um meio de pano tecido com fios montado em uma estrutura para classificação de materiais de acordo com um tamanho de partícula designado. Uma designação típica pode ser representada como -18+20, o que significa que as partículas abrasivas passam através de uma peneira de teste que atende às especificações da ASTM E-11 para a peneira de número 18 e são retidas em uma peneira de teste que atende às especificações da ASTM E-11 para a peneira de número 20. Em uma modalidade, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 têm um tamanho de partícula tal que a maior parte das partículas passam através de uma peneira de teste de 18 e podem ser retidas em uma peneira de teste de 20, 25, 30, 35, 40, 45, ou 50. Em várias modalidades da invenção, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 podem ter um grau de filtragem nominal que compreende: -18+20, -20+25, -25+30, -30+35, -35+40, -40+45, -45+50, -50+60, -60+70, -70+80, -80+100, -100+120, -120+140, -140+170, -170+200, -200+230, -230+270, -270+325, -325+400, -400+450, -450+500 ou -500+635.

Em um aspecto, a presente descrição apresenta uma pluralidade de partículas abrasivas formatadas que têm abrasivos de grau nominal ou de grau de filtragem nominal especificados industrialmente, sendo que pelo menos uma porção da pluralidade de partículas abrasivas são partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22. Em um outro aspecto, a descrição apresenta um método que compreende classificação das partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 produzidas de acordo com a presente descrição, para fornecer uma pluralidade de partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 que tem abrasivos de grau nominal ou de grau de filtragem nominal especificados industrialmente.

Caso seja desejado, as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 que têm abrasivos de grau nominal ou de grau de filtragem nominal especificados industrialmente podem ser misturadas com outros abrasivos ou partículas não-abrasivas conhecidos. Em algumas modalidades, pelo menos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, ou mesmo 100 por cento, em peso, da pluralidade de partículas abrasivas que tem abrasivos de grau nominal ou de grau de filtragem nominal especificados industrialmente são partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 produzidas de acordo com a presente descrição, com base no peso total da pluralidade de partículas abrasivas.

Partículas adequadas para mistura com partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 incluem grãos abrasivos, grãos diluentes, ou aglomerados erosíveis convencionais, como aqueles descritos nas patentes U.S. n° 4.799.939 e 5.078.753. Os exemplos representativos de grãos abrasivos convencionais incluem óxido de alumínio fundido, carbureto de silício, granada, zircônia alumina fundida, nitreto de boro cúbico, diamante e similares. Os exemplos representativos de grãos diluentes incluem mármore, gesso natural e vidro. Mesclas de partículas abrasivas formatadas de modo diferente 20 com uma abertura 22 (triângulos e

quadrados por exemplo) ou blendas de partículas abrasivas formatadas 20 que têm aberturas de tamanhos diferentes podem ser usadas nos artigos desta invenção.

As partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 podem também ter um revestimento superficial. Revestimentos superficiais são conhecidas por otimizar a adesão entre grãos abrasivos e o aglutinante nos artigos abrasivos, ou podem ser usados para auxiliar na deposição eletrostática das partículas abrasivas formatadas 20. Tais revestimentos de superfície são descritos nas patentes U.S. nº 5.213.591, 5.011.508, 1.910.444, 3.041.156, 5.009.675, 5.085.671, 4.997.461 e 5.042.991. Adicionalmente, o revestimento superficial pode evitar que as partículas abrasivas formatadas esfriem. Esfriamento é o termo usado para descrever o fenômeno onde partículas de metal da peça de trabalho sendo raspada são soldadas aos topos das partículas abrasivas formatadas. Os revestimentos de superfície para executarem as funções acima são conhecidos daqueles versados na técnica.

Artigo Abrasivo que tem Partículas Abrasivas formatadas com uma Abertura

Com referência à figura 6, um artigo abrasivo revestido 50 compreende um substrato 52 que tem uma primeira camada de aglutinante, mais adiante neste documento chamada de revestimento artificialmente produzido 54, aplicada sobre uma superfície principal do substrato 52. Fixadas ou parcialmente embutidas no revestimento artificialmente produzido 54 estão uma pluralidade de partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 que forma uma camada abrasiva. Sobre as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 está uma segunda camada de aglutinante, mais adiante neste documento chamada de revestimento intermediário 58. O propósito da revestimento artificialmente produzido 54 é prender as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 ao substrato 52 e o propósito do revestimento intermediário 58 é reforçar as partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22. As partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 podem ser orientadas de tal modo que a ponta ou vértice aponta para longe do substrato 52, conforme mostrado, ou em direção ao substrato 52. Conforme anteriormente discutido, a abertura 22 nas partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 pode conter um revestimento artificialmente produzido 54, um revestimento intermediário 58, revestimento superior, um auxiliar de trituração, um espaço vazio, ou qualquer combinação destes itens, dependendo de como o artigo abrasivo revestido 50 é fabricado e o propósito primário da abertura 22 para aquela aplicação do artigo abrasivo em particular.

O revestimento artificialmente produzido 54 e o revestimento intermediário 58 compreende um adesivo resinoso. O adesivo resinoso do revestimento artificialmente produzido 54 pode ser igual ou diferente daquele do revestimento intermediário 58. Os exemplos de adesivos resinosos que são adequados para esses revestimentos incluem resinas fenólicas, resinas epóxi, resinas de uréia-formaldeído, resinas de acrilato, resinas aminoplásticas, resinas de melamina, resinas epóxi acriladas, resinas de uretano e combinações das mesmas. Em

adição ao adesivo resinoso, o revestimento artificialmente produzido 54 ou o revestimento intermediário 58, ou ambos revestimentos, podem compreender, ainda aditivos que são conhecidos na técnica, como, por exemplo, cargas (fillers), auxiliares de trituração, agentes umectantes, tensoativos, corantes, pigmentos, agentes de ligação, promotores de adesão, e 5 combinações dos mesmos. Exemplos de cargas incluem carbonato de cálcio, sílica, talco, argila, metassilicato de cálcio, dolomita, sulfato de alumínio e combinações dos mesmos.

Um auxiliar de trituração é definido como material em partículas, a adição do qual tem um efeito significativo nos processos químicos e físicos da abrasão, resultando assim em um desempenho aprimorado. Conforme mencionado, acredita-se que as partículas 10 abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 podem ter um desempenho aprimorado como resultado da abertura 22, agindo como um reservatório de auxiliar de trituração. Acredita-se que as partículas abrasivas formatadas 20 podem ter a abertura 22 preenchida com um auxiliar de trituração antes da deposição eletrostática das partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22, realizando-se deste modo esta função.

15 Os auxiliares de trituração abrangem uma ampla variedade de materiais diferentes e podem ser inorgânicos ou orgânicos. Exemplos de grupos químicos de auxiliares de trituração incluem ceras, compostos de haleto orgânico, sais de haleto, e metais e suas ligas. Os compostos de haleto orgânico tipicamente se decompõem durante a abrasão e liberarão um ácido halogênio ou um composto de haleto gasoso. Exemplos destes materiais incluem 20 ceras cloradas, como tetracloronaftaleno, pentacloronaftaleno e cloreto de polivinila. Exemplos de sais de haleto incluem cloreto de sódio, criolita de potássio, criolita de sódio, criolita de amônio, tetrafluoroborato de potássio, tetrafluoroborato de sódio, fluoretos de silício, cloreto de potássio, e cloreto de magnésio. Exemplos de metais incluem estanho, chumbo, bismuto, cobalto, antimônio, cádmio, ferro, e titânio. Outros auxiliares de trituração incluem enxofre, 25 compostos de enxofre orgânico, grafite, e sulfuretos metálicos. Também se encontra dentro do escopo desta invenção o uso de uma combinação de auxiliares de trituração diferentes, em alguns casos, isto pode produzir um efeito sinérgico. Em uma modalidade, o auxiliar de trituração era criolita ou tetrafluoroborato de potássio. A quantidade de tais aditivos pode ser ajustada para resultar em propriedades desejadas. Também está dentro do escopo desta 30 invenção utilizar um revestimento superior. O revestimento de super-tamanho contém, tipicamente, um ligante e um auxiliar de trituração. Os ligantes podem ser formados a partir de materiais como resinas fenólicas, resinas de acrilato, resinas epóxi, resinas de uréia-formaldeído, resinas de melamina, resinas de uretano e combinações das mesmas.

Também está dentro do escopo desta invenção que os partículas abrasivas 35 formatadas 20 com uma abertura 22 podem ser utilizados em um artigo abrasivo ligado, um artigo abrasivo não-tecidos, ou escovas abrasivas. Um abrasivo ligado pode compreender uma pluralidade de partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 ligadas umas as

outras através de um aglutinante para formar uma massa formada. O aglutinante para um abrasivo ligado pode ser metálico, orgânico, ou vítreo. Um abrasivo não-tecido compreende uma pluralidade de partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 ligadas a uma manta fibrosa de não-tecido através de um aglutinante orgânico.

5 Método para Produção de Partículas Abrasivas formatadas com uma Abertura

A primeira etapa de processamento envolve fornecimento de uma dispersão abrasiva ou espalhada ou não espalhada que pode ser convertida em alfa alumina. A composição precursora de alfa alumina frequentemente compreende um líquido que é um componente volátil. Em uma modalidade, o componente volátil é água. A dispersão
10 abrasiva deve compreender uma quantidade suficiente de líquido para que a viscosidade da dispersão abrasiva seja suficientemente baixa, permitindo preencher as cavidades do molde e replicar as superfícies do molde, mas não tanto líquido que ocasione a remoção subsequente do líquido da cavidade do molde, tornando-se proibitivamente caro. Em uma modalidade, a dispersão abrasiva compreende de 2 por cento a 90 por cento em peso de
15 partículas que podem ser convertidas em alfa alumina, como partículas de monohidrato de óxido de alumínio (boemita), e pelo menos 10 por cento, em peso, ou de 50 por cento a 70 por cento, ou de 50 por cento a 60 por cento, em peso, de um componente volátil como água. Adversamente, a dispersão abrasiva, em algumas modalidades, contém de 30 por
cento a 50 por cento, ou de 40 por cento a 50 por cento, em peso, de sólidos.

20 Os hidratos de óxido de alumínio além da boemita podem também ser usados. A boemita pode ser preparada por técnicas conhecidas ou pode ser comercialmente obtida. Exemplos de boemita comercialmente disponíveis incluem produtos que têm as marcas registradas "DISPERAL" e "DISPAL", ambas estão disponíveis junto à Sasol North America, Inc. ou "HiQ-40" disponível junto à BASF Corporation. Esses monohidratos de
25 óxido de alumínio são relativamente puros, isto é, incluem relativamente poucas, se houver, fases de hidrato, além de monohidratos e têm uma alta área de superfície. As propriedades físicas das partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 resultantes irão, em geral, depender do tipo de material usado na dispersão abrasiva.

Em uma modalidade, a dispersão abrasiva está em um estado de gel. Para uso
30 na presente invenção, um "gel" é uma rede tridimensional de sólidos dispersos em um líquido. A dispersão abrasiva pode conter um aditivo de modificação ou precursor de um aditivo de modificação. O aditivo de modificação pode funcionar para melhorar alguma propriedade desejável das partículas abrasivas ou aumentar a eficácia da etapa de sinterização subsequente. Os aditivos de modificação ou precursores de aditivos de
35 modificação podem estar na forma de sais solúveis, tipicamente sais solúveis em água. Eles consistem tipicamente em um composto contendo metal e podem ser um precursor de óxido de magnésio, zinco, ferro, silício, cobalto, níquel, zircônio, háfnio, cromo, ítrio,

praseodímio, samário, itérbio, neodímio, lantano, gadolínio, cério, disprosio, érbio, titânio e misturas dos mesmos. As concentrações particulares desses aditivos que podem estar presentes na dispersão abrasiva podem ser variadas baseadas nos versados na técnica. Tipicamente, a introdução de um aditivo de modificação ou precursor de um aditivo de
5 modificação induzirá a dispersão abrasiva para gel. A dispersão abrasiva pode também ser induzida para gel através da aplicação de calor ao longo de um período de tempo.

A dispersão abrasiva pode também conter um agente de nucleação para acentuar a transformação de óxido de alumínio calcinado ou hidratado para alfa alumina. Agentes de nucleação adequados para essa descrição incluem partículas finas de alfa alumina, óxido
10 férrico alfa ou seu precursor, óxidos de titânio e titanatos, óxidos de cromo ou qualquer outro material que irá nuclear a transformação. A quantidade de agente de nucleação, se usada, deve ser suficiente para efetuar a transformação de alfa alumina. A nucleação como dispersões abrasivas é apresentada na patente U.S. nº 4.744.802 de Schwabel.

Um agente de peptização pode ser adicionado à dispersão abrasiva para produzir
15 uma dispersão abrasiva hidrossol ou coloidal mais estável. Agentes de peptização adequados são ácidos monopróticos ou compostos de ácido como ácido acético, ácido clorídrico, ácido fórmico e ácido nítrico. Ácidos multipróticos também podem ser usados, mas eles podem rapidamente tornar a dispersão abrasiva em gel, fazendo com que seja difícil manusear ou introduzir componentes adicionais no mesmo. Algumas fontes
20 comerciais de boemita contêm uma titulação ácida (como ácido fórmico ou ácido nítrico absorvidos) que auxiliará na formação de uma dispersão abrasiva estável.

A dispersão abrasiva pode ser formada por quaisquer meios adequados, como, por exemplo, simplesmente pela mistura de monohidrato de óxido de alumínio com água contendo um agente peptizante ou pela formação de uma pasta aquosa de monohidrato de
25 óxido de alumínio a qual o agente peptizando é adicionado. Os eliminadores de espuma ou outros produtos químicos adequados podem ser adicionados para reduzir a tendência à formação de bolhas ou entrada de ar sob misturação. Os produtos químicos adicionais como agentes umectantes, alcoóis ou agentes de ligação podem ser adicionados se for desejado. O grão abrasivo de alfa alumina pode conter óxido de ferro e sílica conforme
30 apresentado na patente U.S nº 5.645.619 de Erickson et al. em 8 de julho de 1997. O grão abrasivo de alfa alumina pode conter zircônia conforme apresentado na patente U.S. nº 5.551.963 de Larmie em 3 de setembro de 1996. Alternativamente, o grão abrasivo de alfa alumina tem uma microestrutura ou aditivos conforme apresentado na patente U.S. nº 6.277.161 de Castro em 21 de agosto de 2001.

35 A segunda etapa de processamento envolve o fornecimento de um molde que tem pelo menos uma cavidade do molde, e de preferência uma pluralidade de cavidades. O molde pode ter uma superfície inferior genericamente plana e uma pluralidade de cavidades de

molde. A pluralidade de cavidades pode ser formada em uma ferramenta de produção. A ferramenta de produção pode ser uma correia, uma lâmina, uma manta contínua, um cilindro de revestimento como um cilindro de rotogravura, uma luva montada sobre um cilindro de revestimento ou matriz. A ferramenta de produção compreende material polimérico. Exemplos

5 de materiais poliméricos adequados incluem materiais termoplásticos como poliésteres, policarbonatos, poli(éter sulfona), poli(metacrilato de metila), poliuretanos, cloreto de polivinila, poliolefinas, poliestireno, polipropileno, polietileno ou combinações dos mesmos, ou materiais endurecidos por calor. Em uma modalidade, todo o ferramental é produzido a partir de um material polimérico ou termoplástico. Em outra modalidade, as superfícies do ferramental em

10 contato com o sol-gel sob secagem, como as superfícies da pluralidade de cavidades (superfície inferior do molde e parede lateral do molde) compreendem materiais poliméricos ou termoplásticos e outras porções do ferramental podem ser produzidas a partir de outros materiais. Um revestimento polimérico adequado pode ser aplicado a um ferramental metálico para alterar suas propriedades de tensão de superfície a título de exemplo.

15 Uma ferramenta polimérica ou termoplástica pode ser copiada a partir de uma ferramenta mestra de metal. A ferramenta mestra terá um padrão inverso ao desejado para a ferramenta de produção. A ferramenta mestra pode ser produzida da mesma maneira que a ferramenta de produção. Em uma modalidade, a ferramenta mestra é feita de metal, por exemplo, níquel e é torneada por diamante. Um material laminar polimérico ou termoplástico

20 pode ser aquecido junto com a ferramenta mestra, de modo que o material polimérico ou termoplástico é gofrado com o padrão da ferramenta mestra, prensando-se os dois juntos. Um material polimérico ou termoplástico pode também ser extrudado ou moldado na ferramenta mestra e, então, prensado. O material termoplástico é resfriado para solidificar e produzir a ferramenta de produção. Se uma ferramenta de produção termoplástica for utilizada, então,

25 deve-se tomar cuidado para não gerar calor excessivo que possa distorcer a ferramenta de produção termoplástica, limitando sua vida. Maiores informações concernentes ao projeto e fabricação de ferramental de produção ou ferramentas mestras podem ser encontradas nas patentes U.S. nº 5.152.917 (Pieper et al.), 5.435.816 (Spurgeon et al.), 5.672.097 (Hoopman et al.), 5.946.991 (Hoopman et al.), 5.975.987 (Hoopman et al.), e 6.129.540 (Hoopman et al.).

30 O acesso às cavidades pode se dar sob a forma de uma abertura da superfície de topo ou na superfície inferior do molde. Em alguns casos, a cavidade pode se estender por toda a espessura do molde. Alternativamente, a cavidade pode se estender apenas por uma porção da espessura do molde. Em uma modalidade, a superfície de topo é substancialmente paralela à superfície inferior do molde, com as cavidades tendo uma

35 profundidade substancialmente uniforme. Pelo menos um lado do molde, isto é, o lado em que a cavidade é formada, pode permanecer exposto à atmosfera circundante durante a etapa em que o componente volátil é removido.

A cavidade tem um formato tridimensional predeterminado. Em uma modalidade, o formato de uma cavidade pode ser descrita como sendo um triângulo, conforme pode ser visto a partir do topo, que tem uma parede lateral inclinada de tal modo que a superfície inferior da cavidade é levemente menor que a abertura na superfície de topo.

5 Acredita-se que uma parede lateral inclinada permite melhor remoção das partículas abrasivas formatadas precursoras do molde e melhora o desempenho de trituração das partículas abrasivas. Em várias modalidades da invenção, o ângulo de saída á pode estar entre cerca de 95 graus e cerca de 130 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 125 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 120 graus, ou entre cerca de 95 graus e
10 cerca de 115 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 110 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 105 graus, ou entre cerca de 95 graus e cerca de 100 graus. Em outra modalidade, o molde compreende uma pluralidade de cavidades triangulares. Cada uma dentre a pluralidade de cavidades triangulares compreende um triângulo equilátero.

Alternativamente, outros formatos de cavidade podem ser usados, como, círculos,
15 retângulos, quadrados, hexágonos, estrelas ou combinações dos mesmos, todos tendo uma dimensão de profundidade substancialmente uniforme. A dimensão de profundidade é igual à distância perpendicular da superfície de topo até o ponto mais baixo na superfície inferior. Além disso, uma cavidade pode ter o inverso de outros formatos geométricos, como, por exemplo, piramidal, frusto-piramidal, esférico truncado, esferóide truncado,
20 cônico e frusto-cônico. A profundidade de uma dada cavidade pode ser uniforme ou pode variar ao longo de seu comprimento e/ou largura. As cavidades de um dado molde podem ser de um mesmo formato ou de formatos diferentes.

As cavidades de molde podem conter elementos moldados retos que crescem a partir do fundo da cavidades a uma distância suficiente para produzir uma abertura através
25 da partícula abrasiva formatada precursora durante a etapa de moldagem. Desta forma, as cavidades do molde podem ser iguais a uma assadeira de bolo "Bundt" usada para se fazer um bolo "Bundt". O elemento de molde reto pode ser duplicado nas cavidades usando-se processos conforme descritos acima para produção da ferramenta de produção polimérica.

A terceira etapa do processo envolve preencher as cavidades no molde com a
30 dispersão abrasiva através de qualquer técnica convencional. Em algumas modalidades, um dispositivo de aplicação de revestimento de cilindro de faca ou dispositivo de aplicação de revestimento de matriz de fenda de vácuo pode ser usado. Um liberador de molde pode ser usado para auxiliar na remover das partículas do molde, se desejado. Agentes de liberação de molde típicos incluem óleos como óleo de amendoim ou óleo mineral, óleo de peixe, silicões, politetrafluoro etileno, estearato de zinco, e grafite. Em geral, entre cerca de 0,1%
35 e cerca de 5%, em peso, do agente de liberação do molde, como óleo de amendoim, em um líquido, como água ou álcool, é aplicado às superfícies da ferramenta de produção em

contato com o sol-gel, de tal modo que entre cerca de 0,0155 mg/cm² (0,1 mg/in²) e cerca de 0,465 mg/cm² (3,0 mg/in²), ou entre cerca de 0,0155 mg/cm² (0,1 mg/in²) e cerca de 0,775 mg/cm² (5,0 mg/in²) do agente de liberação de molde estão presentes por unidade de área do molde, quando liberação do molde é desejada. Em uma modalidade, a superfície de

5 topo do molde é revestida com a dispersão abrasiva. A dispersão abrasiva pode ser bombeada até a superfície de topo. Em seguida, um raspador ou barra niveladora pode ser usada para forçar a dispersão abrasiva totalmente para dentro da cavidade do molde. A porção restante de dispersão abrasiva que não entra na cavidade pode ser removida a partir da superfície de topo do molde e reciclada. Em algumas modalidades, uma pequena porção

10 da dispersão abrasiva pode permanecer na superfície de topo e, em outras modalidades, a superfície de topo é substancialmente isenta de dispersão. A pressão aplicada pelo raspador ou pela barra niveladora é tipicamente menor que 689,5 kPa (100 psi), ou menor que 344,7 kPa (50 psi), ou menor que 68,9 kPa (10 psi). Em algumas modalidades, nenhuma superfície exposta da dispersão abrasiva se estende substancialmente além da

15 superfície de topo para assegurar uniformidade na espessura das partículas abrasivas formatadas 20 resultantes.

A quarta etapa de processamento envolve a remoção do componente volátil para secar a dispersão, criando deste modo as aberturas 22 nas partículas abrasivas formatadas 20. Desejavelmente, o componente volátil é removido por taxas de evaporação rápidas.

20 Uma quantidade suficiente de componente volátil deve ser rapidamente removida da dispersão abrasiva para trazer uma rápida solidificação do mesmo, formando assim um grande menisco que leva à formação de uma abertura 22.

Em algumas modalidades, a remoção do componente volátil através de evaporação ocorre a temperaturas acima do ponto de ebulição do componente volátil. Um limite superior

25 para a temperatura de secagem muitas vezes depende do material do qual o molde é feito. Para o ferramental de polipropileno a temperatura deve ser menor que o ponto de fusão do plástico.

Em uma modalidade, para uma dispersão em água de entre cerca de 40 a 50 por cento de sólidos e um molde de polipropileno, as temperaturas de secagem podem ser de cerca de 90 graus C a cerca de 165 graus C ou entre cerca de 105 graus C a cerca de

30 150 graus C ou entre cerca de 105 graus C a cerca de 120 graus C. Temperaturas mais altas podem levar à formação de aberturas maiores, mas pode também levar à degradação da matriz de polipropileno, limitando sua vida útil como um molde.

Em uma modalidade, um sol foi preparado combinando-se 600 partes de água desionizada, 24 partes de ácido nítrico 400, 400 partes de alumina boemita (DISPERAL, Sasol

35 North America Inc., Houston, TX, EUA), 45,6 partes de sol de sílica (Nycol 215, disponível junto à Eka Nobel, Inc., de Augusta, GA, EUA), e 76,2 partes de uma solução de 9% de óxido de ferro (como Fe₂O₃) em água, seguido de mistura em um misturador de velocidade alta durante dois

minutos. A mistura foi deixada para descansar durante uma hora para formar um sol-gel.

O sol-gel foi revestido em uma ferramenta polimérica com aberturas no formato de triângulos equiláteros com aproximadamente 2,286 mm (90 mils) em cada lado e 0,762 mm (30 mils) de espessura, forçando-se o sol-gel para dentro das aberturas com uma espátula. A ferramenta revestida foi fixada a uma râmula e colocada em um forno (LABDRYER LTE, Warner Mathis USA, Inc., Concord, North Carolina, EUA) ajustada a 145 graus Celsius, e o ventilador ajustado a 2.000 RPM para soprar ar sobre a superfície do revestimento, até que a temperatura superficial do revestimento chegasse a 21 graus Celsius. As partículas abrasivas formatadas precursoras resultantes tinham uniformemente aberturas centrais 22 em si, conforme mostrado na figura 7. Estas partículas abrasivas formatadas precursoras podem ser queimadas para se produzir partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22.

A quinta etapa de processamento envolve remoção das partículas abrasivas formatadas precursoras com uma abertura das cavidades do molde. As partículas abrasivas formatadas precursoras com uma abertura podem ser removidas das cavidades através do uso dos seguintes processos sozinhos ou em combinação no molde: gravidade, vibração, vibração ultra-sônica, vácuo, ou ar pressurizado, para se remover as partículas das cavidades do molde.

As partículas abrasivas formatadas precursoras com uma abertura podem ser adicionalmente secas fora do molde. Caso a dispersão abrasiva seja seca até o nível desejado no molde, essa etapa de secagem adicional não será necessária. Entretanto, em alguns casos, pode ser mais econômico empregar essa etapa de secagem adicional a fim de minimizar o tempo que a dispersão abrasiva permanece no molde. Tipicamente, as partículas abrasivas formatadas precursoras serão secas entre 10 e 480 minutos, ou entre 120 e 400 minutos, a uma temperatura de 50 graus C a 160 graus C, ou de 120 graus C a 150 graus C.

A sexta etapa de processamento envolve calcinar as partículas abrasivas formatadas precursoras com uma abertura. Durante a calcinação, essencialmente todo o material volátil é removido e os vários componentes que estão presentes na dispersão abrasiva são transformados em óxidos metálicos. As partículas abrasivas formatadas precursoras são, em geral, aquecidas até uma temperatura de 400 graus C a 800 graus C, e mantidas dentro desta faixa de temperatura até que a água livre e mais de 90 por cento, em peso, de qualquer material volátil ligado sejam removidos. Em uma etapa adicional, pode ser desejável introduzir o aditivo de modificação através de um processo de impregnação. Um sal solúvel em água pode ser introduzido pela impregnação nos poros das partículas abrasivas formatadas precursoras calcinadas. Então, as partículas abrasivas formatadas precursoras são pre-queimadas novamente. Essa opção é adicionalmente descrita no pedido de patente europeia nº 293.163.

A sétima etapa de processamento envolve sinterização das partículas abrasivas formatadas precursoras calcinadas, para formar partículas de alfa alumina. Antes da sinterização, as partículas abrasivas formatadas precursoras calcinadas não são completamente

densificadas e, portanto, não contém o teor de dureza desejado a ser usado como partículas abrasivas. Sinterização ocorre através do aquecimento das partículas abrasivas formatadas precursoras calcinadas a uma temperatura de 1.000 graus C a 1.650 graus C e mantendo-se os mesmos dentro desta faixa de temperatura, até que substancialmente todo o monidrato de alfa alumina (ou equivalente) é convertida em alfa alumina e a porosidade é reduzida para menos que 15%, por volume. A quantidade de tempo a qual as partículas abrasivas formatadas precursoras calcinadas devem ser expostas à temperatura de sinterização para alcançar este nível de conversão depende de vários fatores, mas é geralmente de cinco segundos a 48 horas, tipicamente. Em outra modalidade, a duração para a etapa de sinterização situa-se na faixa de um minuto a 90 minutos. Após a sinterização, as partículas abrasivas formatadas podem ter um teor de dureza Vickers de 10 GPa, 16 GPa, 18 GPa, 20 GPa, ou mais.

Outras etapas podem ser usadas para modificar o processo descrito, como aquecer rapidamente o material a partir da temperatura de calcinação para a temperatura de sinterização, centrifugar a dispersão abrasiva para remover borra, resíduo, etc. Adicionalmente, o processo pode ser modificado através da combinação de duas ou mais etapas do processo, se for desejado. As etapas do processo convencional que podem ser usadas para modificar o processo dessa descrição são mais completamente descritas na patente U.S. nº 4.314.827 de Leitheiser. Mais informações na produção de partículas abrasivas formatadas com aberturas são descritas no pedido copendente U.S. nº de série 12/337.001, intitulado "Method of Making Abrasive Shards, Shaped Abrasive Particles With An Opening, Or Dish-Shaped Abrasive Particles", que tem o número da súmula do advogado 63512US002, e foi depositado em 17 de dezembro de 2008. Adicionalmente, as partículas abrasivas formatadas com uma abertura podem ter sulcos em uma das faces, conforme descrito no pedido copendente U.S. nº de série 61/138.268, intitulado "Shaped Abrasive Particles With Grooves", que tem o número da súmula do advogado 64792US002, e foi depositado em 17 de dezembro de 2008. Os sulcos são formados por uma pluralidade de cristas na superfície inferior da cavidade do molde que se mostraram como facilitadores na remoção das partículas abrasivas formatadas precursoras a partir do molde.

Exemplos

Os objetivos e vantagens dessa descrição são adicionalmente ilustrados pelos exemplos não-limitadores a seguir. Os materiais específicos e quantidades dos mesmos recitados nesses exemplos bem como outras condições e detalhes, não devem ser interpretados para limitar indevidamente essa descrição. Exceto onde especificado em contrário, todas as partes, porcentagens, razões, etc., nos exemplos e o restante do relatório descritivo são expressas em peso.

Preparação de Partículas abrasivas formatadas 20 Dopadas com REO

Uma amostra de sol-gel de boemita foi feita usando-se a seguinte receita: um pó de

monoidrato de óxido de alumínio (4.824 partes) que tem a designação comercial "DISPERAL" foi disperso através de misturação de alto cisalhamento a uma solução contendo água (7.087 partes) e 70% de ácido nítrico aquoso (212 partes) durante 13 minutos. O sol-gel resultante foi envelhecido durante 1 hora antes do revestimento. O sol-gel foi forçado para dentro da
5 ferramenta de produção que tem cavidades de molde em formato triangular de 0,711 mm (28 mils) de profundidade e 2,794 mm (110 mils) de cada lado. O ângulo de saída é entre a parede lateral e o fundo do molde era de 98 graus. O ferramental de produção foi fabricado para ter 50% das cavidades do molde com 8 cristas paralelas que se elevam a partir das superfícies inferiores das cavidades, que se cruzam com um lado do triângulo em um ângulo
10 de 90 graus, e as cavidades restantes têm uma superfície inferior lisa. As cristas paralelas estavam espaçadas a cada 0,277 mm e a seção transversal das cristas era um formato triangular com uma altura de 0,0127 mm e um ângulo de 45 graus entre os lados de cada crista na ponta, conforme descrito no pedido de patente de número da súmula do advogado 64792US002 mencionado acima. O sol-gel foi forçado nas cavidades por uma estação de
15 revestimento por matriz por fenda de vácuo, de modo que todas as aberturas da ferramenta de produção estavam completamente cheias. Um agente de liberação do molde, 2% de óleo de amendoim em água, foi usado na ferramenta de produção com cerca de 0,155 mg/cm² (1 mg/in²) de óleo de amendoim aplicado à ferramenta de produção. A ferramenta de produção revestida com sol-gel foi passada através de um forno de convecção a ar de 8,23 m
20 (27 pés) a 3,05 m/min (10 pés por minuto), ajustado a 135 graus Celsius e a 60% de velocidade de ar numa seção da zona 1 de 4,11 m (13,5 pés), e 121 graus Celsius e a 40% de velocidade de ar numa seção da zona 2 de 4,11 m (13,5 pés). As partículas abrasivas formatadas precursoras foram removidas da ferramenta de produção passando-se a mesma sobre uma corneta ultra-sônica. As partículas abrasivas formatadas precursoras foram
25 calcinadas à aproximadamente 650 graus Celsius e, então, saturadas com uma solução de nitrato misturado com a seguinte concentração (relatada como óxidos): cada 1,8% de MgO, Y₂O₃, Nd₂O₃ e La₂O₃. A solução de nitrato em excesso foi removida e as partículas abrasivas formatadas precursoras saturadas com aberturas foram deixadas para secar e depois as partículas foram novamente calcinadas a 650 graus Celsius e sinterizadas a
30 aproximadamente 1.400 graus Celsius. Ambas a calcinação e a sinterização foram realizadas usando-se calcinação por tubo giratório.

Preparação das Partículas abrasivas formatadas 20 com Aberturas Dopadas com REO

O procedimento acima foi seguido exceto pelo fato de que a ferramenta de produção não foi re-tratada com óleo de amendoim de liberação do molde no segundo uso.
35 Acredita-se que a redução de óleo de amendoim presente nas cavidades do molde seja uma condição para a produção da abertura 22 dentro de cada partícula triangular individual.

Os abrasivos triangulares resultantes têm cada um uma abertura 22 próxima ao centro.

A figura 3 mostra as partículas abrasivas formatadas 20 dos dois procedimentos de preparo.

As duas amostras de partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 descritas acima foram passadas por uma rede de tamanho -18+20 (peneiras de teste padrão americanas) para remover quaisquer fragmentos ou formatos quebrados, e subsequentemente revestidas em substratos de disco fibrosos usando-se um revestimento artificialmente produzido preenchido com carbonato de cálcio, um revestimento intermediário preenchido com criolita e um revestimento superior preenchido com fluoroborato de potássio (KBF_4). Um total de quatro lotes foram preparados:

1. Triângulos com aberturas, 18 gramas de mineral por disco
2. Triângulos com aberturas, 9 gramas de mineral por disco
3. Triângulos sem aberturas, 18 gramas de minerais por disco
4. Grão 321 CUBITRON (esmagado aleatoriamente) rede de -18+20, 18 gramas de mineral por disco

O desempenho de trituração dos discos foi avaliado usando-se um teste de trituração de ação deslizante em uma peça de trabalho de aço inoxidável 304 usando-se ou 53,4 N (12 Libras de força) ou 80,1 N (18 Libras de força) de carga entre o abrasivo e a peça de trabalho. O teste de ação de deslizamento foi desenvolvido para se medir a taxa de corte do disco abrasivo revestido. Cada disco abrasivo foi usado para moer a face de uma peça de trabalho de aço inoxidável de 1,25 cm por 18 cm 304. O esmeril usado foi um disco de esmeril de carga constante. A carga constante entre a peça de trabalho e o disco abrasivo foi fornecida por uma mola de carga. A superfície de suporte para o esmeril era uma superfície de suporte de alumínio, chanfrada a aproximadamente 7 graus, estendendo-se a partir da borda e na direção do centro até 3,5 cm. O disco foi preso ao suporte de alumínio por uma rosca retentora e foi movido a 5.000 rpm. A quantidade de metal, em gramas, removida em intervalos de um minuto foi anotada. A carga da peça de trabalho no disco foi de cerca de 5,4 kg (12 Libras) (figura 8) ou 8,2 kg (18 Libras) (figura 9).

Com referência às figuras 8 e 9, as partículas abrasivas formatadas triangulares 20 com uma abertura 22 tiveram um desempenho significativamente melhor que as partículas abrasivas formatadas triangulares sólidas ou o grão moído de modo aleatório. Em particular, um disco tendo apenas 9 gramas de partículas abrasivas formatadas 20 com uma abertura 22 teve um desempenho melhor que um disco tendo 18 g de abrasivos, que tem o mesmo formato mas sem as aberturas.

Outras modificações e variações para a descrição presente podem ser praticadas por aqueles não versados na técnica, sem que se desvie do caráter e âmbito da presente descrição, que é mais particularmente apresentada nas reivindicações em anexo. Entende-se que os aspectos de várias modalidades podem ser intercambiados em sua totalidade ou em partes ou combinados com outros aspectos de várias modalidades. Todas as referências

7

citadas, patentes ou pedidos de patente na aplicação acima para autorização de patente estão aqui incorporados, a título de referência em sua totalidade em uma maneira consistente. No caso de inconsistências ou contradições entre as porções das referências incorporadas a esse pedido, a informação na descrição precedente deverá controlá-las. A

5 descrição precedente, dada com a finalidade de permitir aquele de habilidade comum na técnica praticar a descrição reivindicada, não deve ser interpretada como limitadora do escopo da descrição, que é definida pelas reivindicações e todos os equivalentes a isso.

REIVINDICAÇÕES

1. Partículas abrasivas **CARACTERIZADAS** por compreender: partículas abrasivas formatadas, cada uma tendo uma abertura, cada uma das partículas abrasivas formatadas compreendendo alfa alumina e tendo uma primeira face e uma segunda face separadas por uma espessura t .
2. Partículas abrasivas, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que um perímetro da primeira face e da segunda face compreende um formato triangular.
3. Partículas abrasivas, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que a abertura compreende um formato substancialmente triangular.
4. Partículas abrasivas, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que a abertura passa através da primeira face e da segunda face.
5. Partículas abrasivas, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADAS** pelo fato de compreender uma razão de abertura de uma área de abertura dividida por uma área de face da maior entre a primeira face ou a segunda face, e sendo que a razão de abertura situa-se entre 0,05 e cerca de 0,95;
6. Partículas abrasivas, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que uma densidade aparente das partículas abrasivas formatadas é menor que $1,35 \text{ g/cm}^3$.
7. Partículas abrasivas, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que uma densidade aparente das partículas abrasivas formatadas é menor que $1,00 \text{ g/cm}^3$.
8. Partículas abrasivas, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que compreendem uma parede lateral conectando a primeira face e a segunda face, e um ângulo de saída α entre a segunda face e a parede lateral, e o ângulo de saída α é maior que 90 graus.
9. Partículas abrasivas, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que a abertura compreende uma superfície interna e a superfície interna é curva de tal modo que o tamanho da abertura na primeira face é maior que o tamanho da abertura na segunda face.
10. Partículas abrasivas, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que as partículas abrasivas formatadas compreendem uma conexão integral de uma pluralidade de barras unidas por suas respectivas extremidades para formar um polígono fechado.

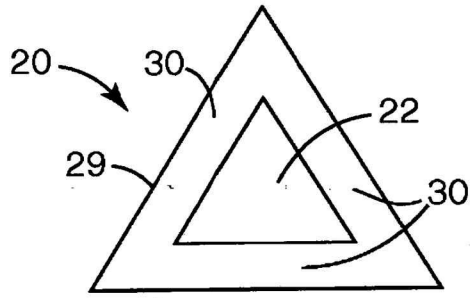


Fig. 1A

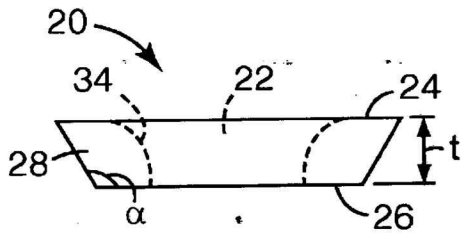


Fig. 1B

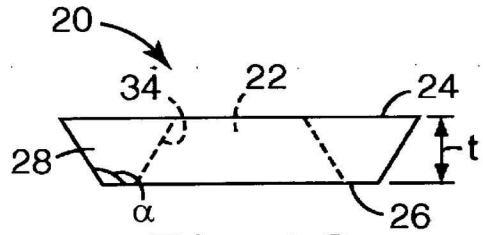


Fig. 1C

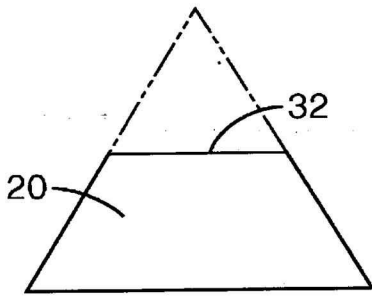


Fig. 2A

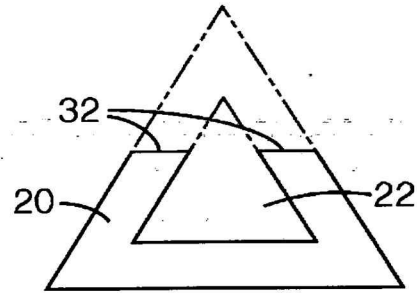


Fig. 2B

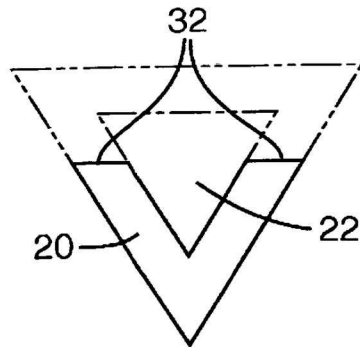


Fig. 2C

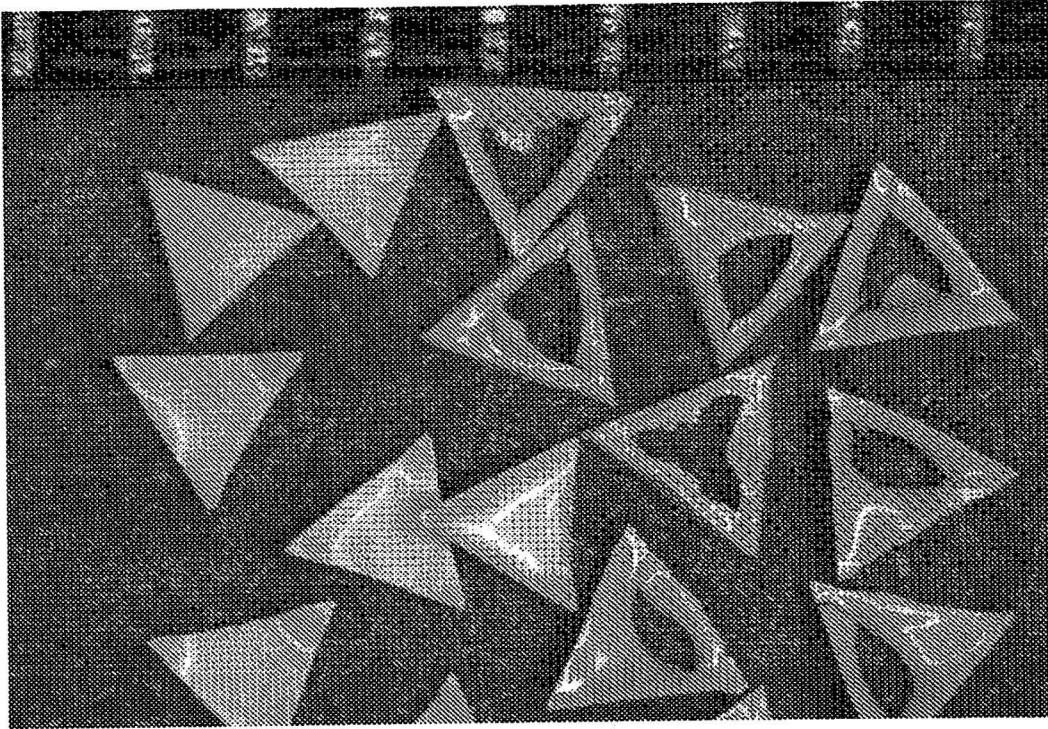


Fig. 3



Fig. 4

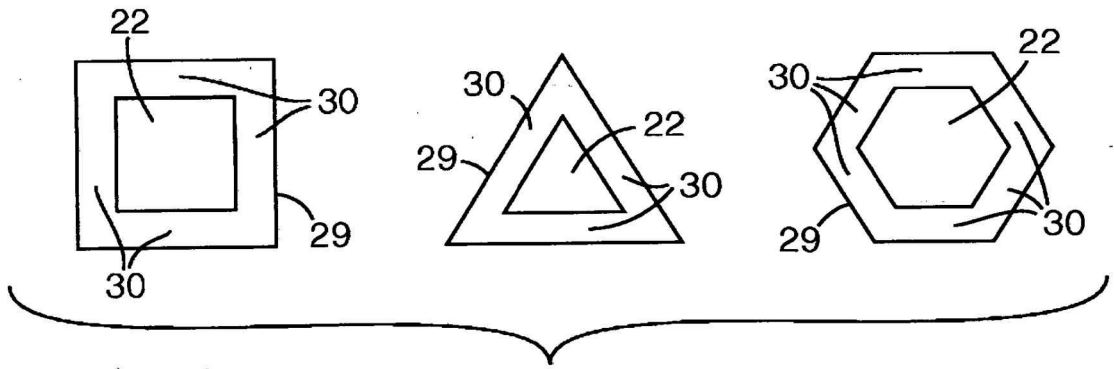


Fig. 5A

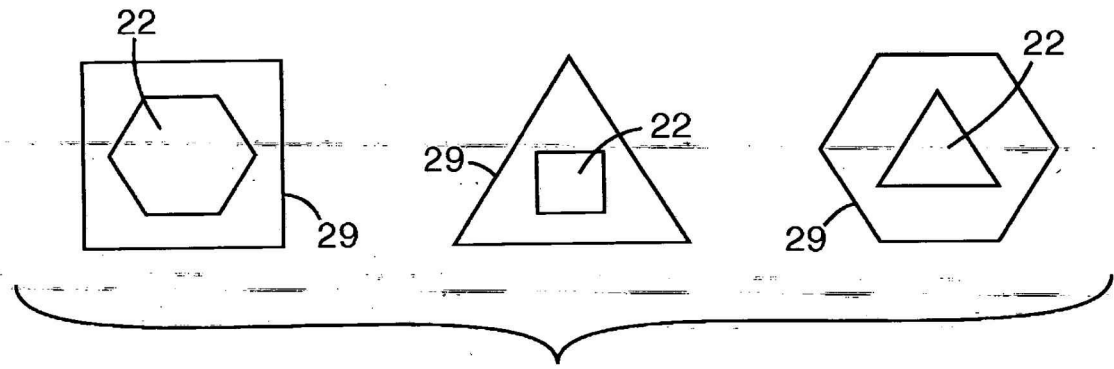


Fig. 5B

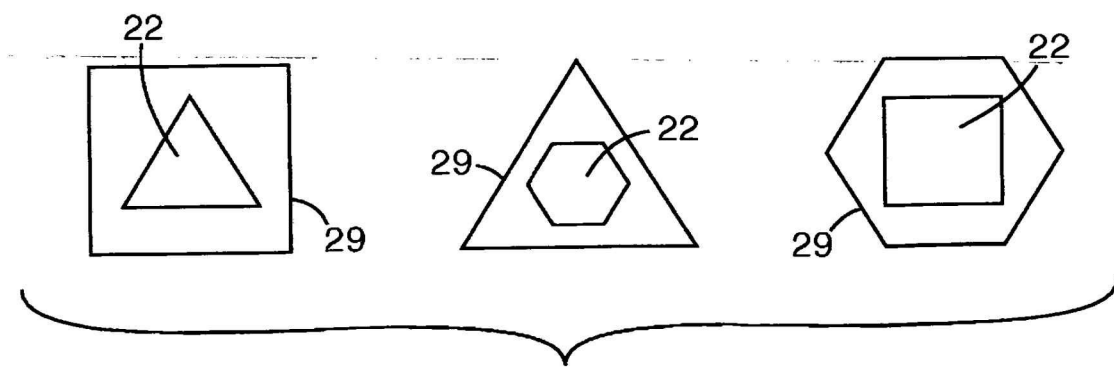


Fig. 5C

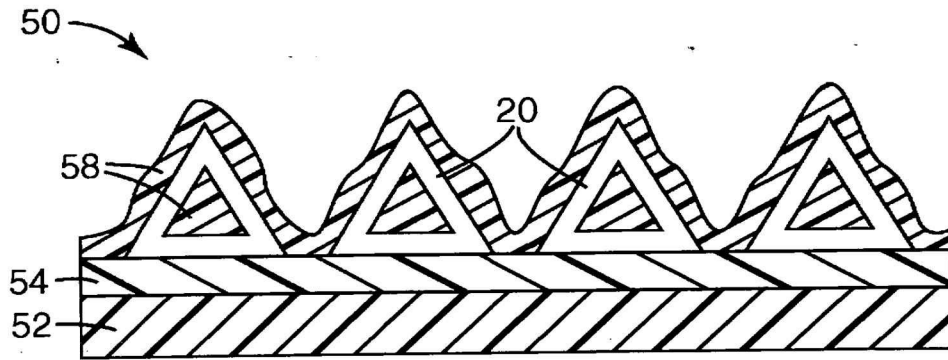


Fig. 6

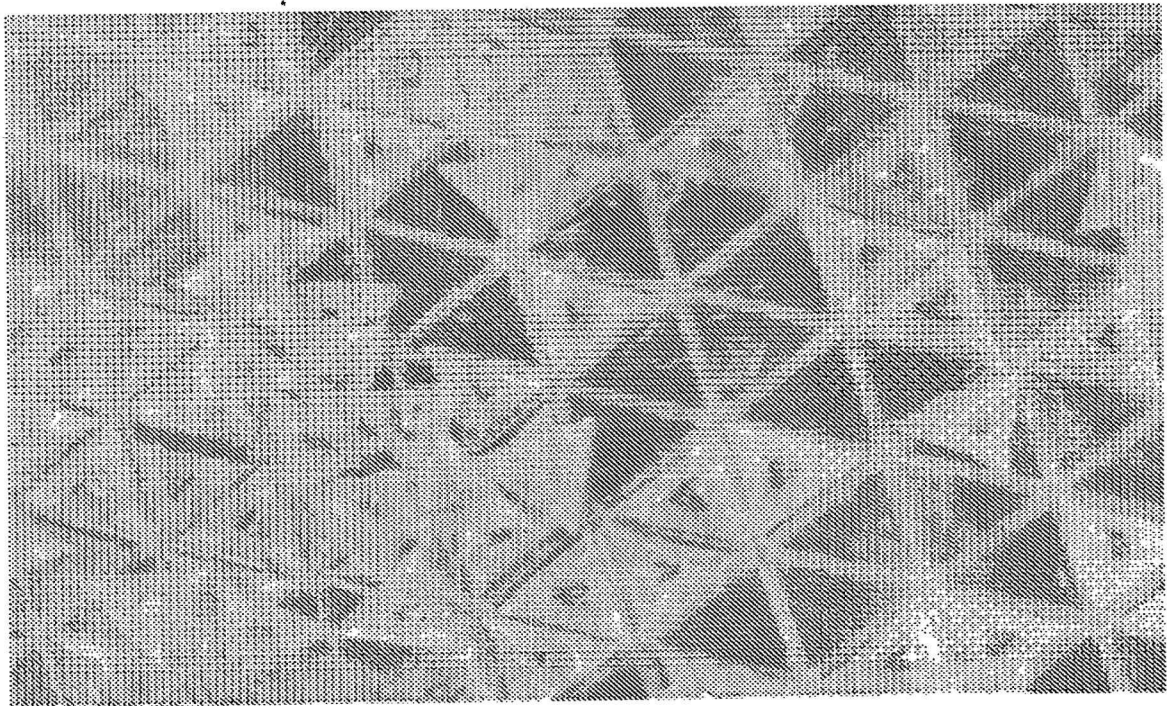
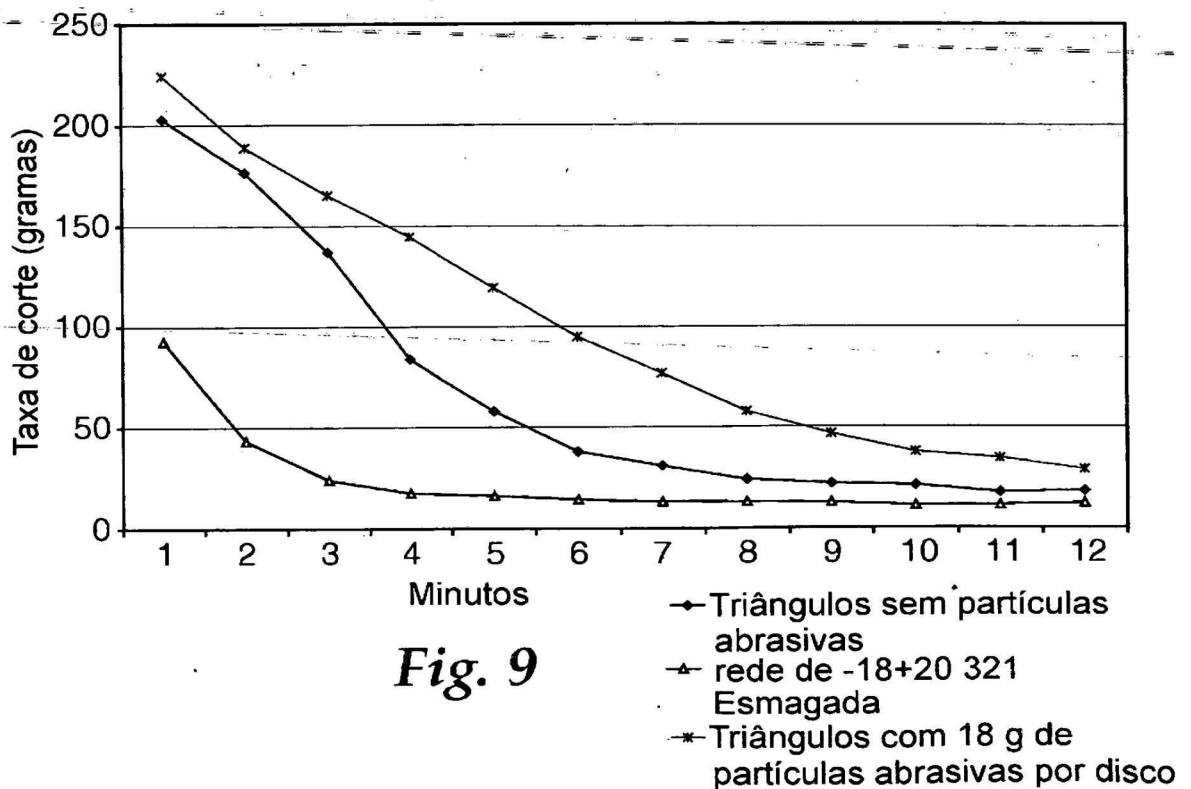
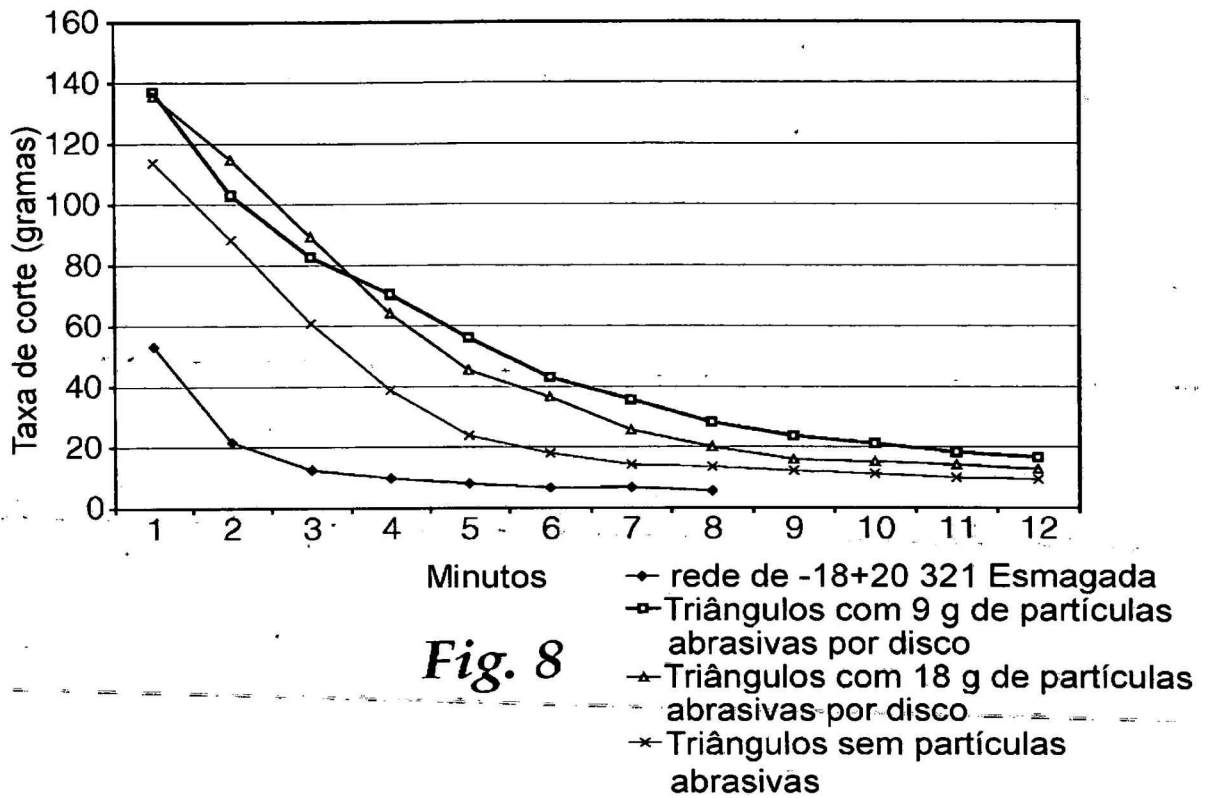


Fig. 7



RESUMO

"PARTÍCULAS ABRASIVAS"

A presente invenção refere-se a um abrasivo que compreende partículas abrasivas formatadas, cada uma com uma abertura. As partículas abrasivas formatadas são formadas a partir de alfa alumina e têm uma primeira face e uma segunda face separadas por uma espessura t . A abertura em cada uma das partículas abrasivas formatadas pode otimizar o desempenho de trituração através de redução do tamanho de um plano de desgaste resultante, pode fornecer um reservatório para um auxiliar de trituração, e pode otimizar a adesão a um substrato em um artigo abrasivo revestido.