



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

(11) PI 0821437-9 B1



(22) Data do Depósito: 17/12/2008

(45) Data de Concessão: 22/01/2019

(54) Título: MÉTODO DE FABRICAR UMA PLURALIDADE DE CACOS ABRASIVOS E ARTIGO ABRASIVO

(51) Int.Cl.: B24D 3/00; B24D 11/00.

(30) Prioridade Unionista: 27/12/2007 US 61/016,965.

(73) Titular(es): 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY.

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

(86) Pedido PCT: PCT US2008087192 de 17/12/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/085841 de 09/07/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/06/2010

(57) Resumo: PARTÍCULA ABRASIVA FRATURADA, CONFORMADA, ARTIGO ABRASIVO QUE USA A MESMA E MÉTODO DE PRODUÇÃO A presente invenção refere-se a partículas abrasivas de alfa alumina precursoras em um molde que são submetidas a um processo de secagem que craqueia ou fratura ao menos uma maior parte das partículas abrasivas precursoras formando, ao menos, duas partes. por meio disso, produzindo cacos abrasivos que têm um tamanho menor do que a cavidade do molde a partir do qual eles foram feitos. Os cacos abrasivos menores, uma vez formados, poderiam ser remontados como peças de um quebra cabeça para reproduzirem o formato de cavidade original do molde a partir do qual eles foram feitos. Acredita-se que o craqueamento ou fraturamento das partículas abrasivas precursoras ocorra por garantia de que a tensão superficial da dispersão abrasiva para as paredes do molde seja maior do que as forças de atração internas da dispersão abrasiva na medida em que a dispersão abrasiva é seca dentro da cavidade do molde .

"MÉTODO DE FABRICAR UMA PLURALIDADE DE CACOS ABRASIVOS E ARTIGO ABRASIVO"

Esse pedido reivindica o benefício de pedido provisório de número de série U.S. 61/016965 intitulado Shaped, Fractured Abrasive Particle, Abrasive Article Using Same
5 And Method Of Making depositado em 27 de Dezembro de 2007 e aqui incorporado a título de referência, em sua totalidade.

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
10 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
15 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 conformadas, em geral, podem ter desempenho superior aos
20 das partículas abrasivas aleatoriamente esmagadas. Através do controle do formato da partícula abrasiva é possível controlar o desempenho resultante do artigo abrasivo. Entretanto, conforme o tamanho da partícula abrasiva conformada é diminuído, torna-se mais difícil fabricar a partícula abrasiva conformada. Os moldes que têm cavidades extremamente pequenas são difíceis de preencher com a dispersão abrasiva e as partículas abrasivas precursoras re-
25 sultantes são difíceis de serem removidas do molde. Enquanto é possível esmagar as partículas abrasivas conformadas para tamanhos de partículas menores, tal processo produz uma larga distribuição nos tamanhos da partícula resultante. Frequentemente, muitas dentre as partículas abrasivas serão muito pequenas (sólidos finos) e não serão utilizadas, resultando em desperdício e aumento do custo de fabricação. Portanto, é necessário um método para
30 produzir partículas abrasivas conformadas que não utilize esmagamento e que produza uma distribuição menor nos tamanhos da partícula resultante.

Os inventores descobriram que através da secagem das partículas abrasivas precursoras em um molde de tal maneira a iniciar o fraturamento de uma maioria das partículas abrasivas precursoras, as partículas abrasivas menores podem ser produzidas a partir de
35 um molde que tem cavidades muito maiores. Devido ao fato de que o processo utiliza o craqueamento ou fraturamento para formar partículas abrasivas precursoras menores no molde, significativamente, os poucos sólidos finos são gerados resultando em menos desperdício.

cio. Adicionalmente, as superfícies fraturadas das partículas abrasivas resultantes podem melhorar a capacidade de afiamento e de corte das partículas abrasivas.

As partículas abrasivas precursoras no molde são submetidas a um processo de secagem que craqueia ou fratura ao menos uma maioria das partículas abrasivas precursoras formando ao menos duas partes, por meio disso, produzindo cacos abrasivos que têm um tamanho menor do que a cavidade de molde a partir da qual eles foram feitos. Os cacos abrasivos menores, uma vez formados, poderiam ser remontados como peças de um quebra-cabeça para reproduzir o formato da cavidade original do molde a partir do qual eles foram feitos. Acredita-se que ocorre o craqueamento ou fraturamento das partículas abrasivas precursoras ao se garantir que a tensão superficial da dispersão abrasiva para as paredes do molde é maior do que as forças de atração internas da dispersão abrasiva conforme a dispersão abrasiva é seca no interior da cavidade do molde.

Por conseguinte, em uma modalidade, a revelação permanece em um abrasivo que compreende uma pluralidade de cacos abrasivos de alfa alumina que tem um grau nominal abrasivo especificado pela indústria. A pluralidade de cacos abrasivos de alfa alumina compreende uma primeira superfície precisamente formada, uma segunda superfície precisamente formada que se cruza com a primeira superfície precisamente formada em um ângulo pré-determinado α , uma terceira superfície oposta à primeira superfície precisamente formada e uma superfície fraturada.

Em outra modalidade, a revelação permanece em um método que compreende: Fornecer um molde que tem uma pluralidade de cavidades. Preencher a pluralidade de cavidades com uma dispersão abrasiva, sendo que a dispersão abrasiva compreende partículas em um líquido que pode ser convertido em alfa alumina e o líquido compreende um componente volátil. Remover ao menos uma porção do componente volátil a partir da dispersão abrasiva, enquanto a dispersão abrasiva permanece na pluralidade de cavidades, formando assim uma pluralidade de partículas abrasivas precursoras que tem um tamanho pré-determinado. Fraturar ao menos uma maioria da pluralidade de partículas abrasivas precursoras formando ao menos duas partes enquanto a pluralidade de partículas abrasivas precursoras permanece dentro da pluralidade de cavidades formando assim uma pluralidade fraturada de partículas abrasivas precursoras.

Breve Descrição do Desenho

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.

A FIGURA 1 ilustra uma seção transversal de uma modalidade de uma partícula abrasiva precursora em uma cavidade do molde.

A FIGURA 2 ilustra uma vista superior de um molde que tem uma pluralidade de cavidades contendo partículas abrasivas precursoras.

A FIGURA 3 ilustra partículas abrasivas intactas, maiores, resultantes a partir do lado esquerdo do molde na FIGURA 2.

5 A FIGURA 4 ilustra cacos abrasivos fraturados, menores, resultantes a partir do lado direito do molde da FIGURA 2.

A FIGURA 5 ilustra uma foto microscópica de elétron de varredura de um caco abrasivo representativo similar aos cacos abrasivos na FIGURA 4.

10 A FIGURA 6 ilustra uma seção transversal de um artigo abrasivo produzido a partir dos cacos abrasivos da FIGURA 4.

A FIGURA 7 ilustra um gráfico de corte em gramas de metal removido versus o ciclo de teste para várias amostras de teste.

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.

15 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.

20 Para uso na presente invenção, o termo “dispersão abrasiva” significa uma composição contendo partículas que podem ser convertidas em alfa alumina que é introduzida na 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.

25 Para uso na presente invenção, o termo “partícula abrasiva precursora” significa a partícula não sinterizada produzida através da remoção de uma quantidade suficiente do componente volátil da dispersão abrasiva, quando o mesmo se encontra na cavidade do molde, para formar um corpo solidificado que pode ser removido da cavidade do molde e que pode reter substancialmente seu formato moldado em operações de processamento subsequentes.

30 Para uso na presente invenção, o termo “superfície precisamente formada” significa uma superfície que é criada pelo menos parcialmente por secagem, remoção de água ou cura de uma dispersão abrasiva enquanto permanece em uma cavidade em um molde.

Para uso na presente invenção, o termo “caco abrasivo” significa a partícula abrasiva de alfa alumina sinterizada produzida pelo processo dessa revelação.

Descrição Detalhada

35 Cacos abrasivos

Com referência às FIGURAS 4 e 5, as partículas abrasivas 20 são ilustradas. As partículas abrasivas 20 compreendem partículas abrasivas de alfa alumina fraturadas formadas

em uma pluralidade de cacos abrasivos de alfa alumina 21. Com referência à FIGURA 1, uma partícula abrasiva precursora 23 em um molde 34 é ilustrada. Cada um dentre os cacos abrasivos de alfa alumina 21 compreende ao menos uma primeira superfície precisamente formada 22, uma segunda superfície precisamente formada 24 que se cruza com a primeira superfície precisamente formada em um ângulo pré-determinado α , uma terceira superfície 26 oposta à primeira superfície precisamente formada 22 e uma superfície fraturada 28. A primeira superfície precisamente formada 22 pode ser formada por contato com uma superfície inferior 30 de uma cavidade 32 no molde 34. Na FIGURA 1, apenas uma porção da cavidade 32 no molde 34 é indicada na seção transversal. Tipicamente, o molde 34 tem uma pluralidade de cavidades para produzir de maneira econômica os cacos abrasivos de alfa alumina 21. A primeira superfície precisamente formada 22 replica substancialmente o acabamento e o formato superficiais da superfície inferior 30 da cavidade 32.

A segunda superfície precisamente formada 24 do caco abrasivo 21 pode ser formada por contato com uma parede lateral 36 da cavidade 32 no molde 34. A parede lateral 36 é projetada para se cruzar com a superfície inferior 30 em um ângulo pré-determinado α . A segunda superfície precisamente formada 24 replica substancialmente o acabamento e o formato superficiais da parede lateral 36 da cavidade 32. A segunda superfície precisamente formada 24 é moldada por contato com a parede lateral 36 da cavidade 32. Como tal, ao menos duas superfícies do caco abrasivo resultante são formadas precisamente (22 e 24) e o ângulo de intersecção α entre as duas superfícies é um ângulo pré-determinado com base na geometria do molde selecionado.

A terceira superfície 26 do caco abrasivo 21 oposta à primeira superfície precisamente formada 22 pode ser sinuosa e ondulante aleatoriamente na aparência, visto que está em contato com o ar após a cavidade 32 ter sido preenchida com uma dispersão abrasiva. A terceira superfície 26 não é precisamente formada, visto que não é moldada por contato com a cavidade 32. Frequentemente, a terceira superfície 26 é criada por raspagem ou tratamento de uma superfície de topo 38 do molde 34 para remover uma dispersão abrasiva excessiva do molde. A etapa de raspagem ou tratamento resulta em uma ondulação ou irregularidade sutil da terceira superfície 26 que é visível sob ampliação. Como tal, a terceira superfície 26 é similar a uma superfície criada por extrusão, que também não é precisamente formada. No processo de extrusão, o sol-gel é forçado para fora de uma matriz. Como tal, as superfícies do sol-gel têm marcas de raspas, goivas e/ou linhas de marcação como resultado do processo de extrusão. Tais marcas são criadas pelo movimento relativo entre sol-gel e a matriz. Adicionalmente, as superfícies extrudadas a partir de uma matriz podem ser, em geral, um plano liso. Em contrapartida, as superfícies precisamente formadas podem replicar uma superfície senoidal ou outra superfície geométrica mais complexa que tem variações significativas em altura ao longo do comprimento da superfície.

A superfície fraturada 28 do caco abrasivo 21 se propaga, em geral, entre a primeira superfície precisamente formada 22 e a terceira superfície oposta 26 e entre paredes laterais opostas da cavidade 32 quando a profundidade da cavidade é relativamente menor comparada à área da superfície inferior 30. A superfície fraturada 28 é caracterizada por pontos recortados, agudos, típicos de uma fratura quebradiça. A superfície fraturada 28 pode ser criada por um processo de secagem que craqueia ou fratura ao menos a maior parte das precursoras partículas abrasivas conformadas em, ao menos, duas partes, enquanto permanece na cavidade 32. Isso produz cacos abrasivos 21 que têm um tamanho menor do que a cavidade 32 do molde a partir do qual eles foram feitos. Os cacos abrasivos, uma vez formados, poderiam ser remontados como peças de um quebra-cabeça para reproduzir o formato de cavidade original do molde a partir do qual eles foram feitos. Acredita-se que o craqueamento ou fraturamento das partículas abrasivas precursoras ocorra pela garantia de que a tensão superficial da dispersão abrasiva para as paredes da cavidade 32 é maior do que as forças de atração internas da dispersão abrasiva conforme a dispersão abrasiva é seca na cavidade.

Com referência à FIGURA 5, para o caco abrasivo 21 ilustrado, a superfície fraturada 28 está presente ao longo do lado direito do caco abrasivo. A segunda superfície precisamente formada 24 está presente ao longo da superfície angulada esquerda do caco abrasivo 21. A terceira superfície 26 está voltada para frente e tem alguma irregularidade e ondulação proveniente da operação de raspagem. A primeira superfície precisamente formada 22 é ocultada de quem a visualiza por trás. O caco abrasivo na FIGURA 5 foi produzido em uma cavidade de molde triangular. Uma das arestas do triângulo está presente na porção inferior esquerda do caco abrasivo.

Com referência à FIGURA 2, o processo de fraturamento produz um número distinto de partículas abrasivas precursoras fraturadas em cada cavidade do molde. Em geral, cerca de 2 a 4 partículas abrasivas precursoras fraturadas são produzidas dentro de cada cavidade 32. Como tal, o processo da invenção produz poucas partículas extremamente pequenas (sólidos finos) resultando em menos desperdício do que se uma operação de esmagamento fosse usada para reduzir o tamanho da partícula triangular intacta conforme mostrado na FIGURA 3. Devido ao processo de fraturamento, cada um dos cacos abrasivos retém uma porção de seu formato moldado original ao contrário de uma operação de esmagamento que poderia produzir partículas abrasivas sem que restassem quaisquer superfícies precisamente formadas. Como tal, a distribuição de tamanho das partículas abrasivas precursoras fraturadas é relativamente pequena e mais uniforme do que as partículas esmagadas. A quantidade final de partículas abrasivas precursoras fraturadas produzida dentro de cada cavidade pode variar dependendo do tamanho da cavidade e formato, da taxa de secagem e da temperatura usada para fraturar as partículas abrasivas precursoras dentro do molde. Em várias modalidades da descrição, menor que ou

igual à cerca de 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, ou 2 partículas abrasivas precursoras fraturadas são produzidas dentro de cada cavidade do molde.

Visto que as partículas abrasivas precursoras são processadas de tal maneira a fraturá-las intencionalmente, ao menos a maior parte (maior que 50 por cento) das partículas abrasivas precursoras são fraturadas formando, ao menos, duas partes dentro da cavidade 32 do molde, conforme as partículas abrasivas precursoras são secas. Em várias modalidades da descrição, cerca de 75 por cento a 100 por cento, ou cerca de 90 a 100 por cento ou cerca de 98 a 100 por cento das partículas abrasivas precursoras são fraturadas em ao menos duas partes, enquanto permanecem nas cavidades no molde.

Devido ao fato de que as partículas abrasivas precursoras são fraturadas intencionalmente enquanto permanecem no molde, elas retêm ao menos uma porção da parede lateral e do fundo do formato moldado original. Essa característica pode fornecer cacos abrasivos que são mais agudos do que as partículas esmagadas, que têm formatos muito mais redondos e em bloco. As partículas abrasivas precursoras fraturadas podem ter uma alta razão de aspecto e bordas muito agudas, onde a superfície fraturada 28 se encontra com as superfícies precisamente formadas. Como tal, os cacos abrasivos de alfa alumina têm excelente desempenho quando usados para produzir um artigo abrasivo.

As partículas abrasivas precursoras fraturadas são calcinadas e sinterizadas para formar os cacos abrasivos de alfa alumina. Os cacos abrasivos de alfa alumina podem ser fabricados em uma ampla gama de tamanhos de partícula dependendo do tamanho da cavidade moldada e da quantidade de pedaços fraturados criados pela etapa de fraturamento do processo. Tipicamente, os cacos abrasivos de alfa alumina abrangem uma faixa em tamanho a partir de 0,1 a 5000 micrômetros, 1 a 2000 micrômetros, 5 a 1500 micrômetros, ou mesmo, em algumas modalidades, a partir de 50 a 1000, ou mesmo a partir de 100 a 1000 micrômetros.

Os cacos abrasivos de alfa alumina produzidos de acordo com a presente descrição podem ser incorporados em um artigo abrasivo ou usados em forma solta. As 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 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 especifi-

cadadas) incluem: ANSI 4, ANSI 6, ANSI 8, ANSI 16, ANSI 24, ANSI 36, ANSI 40, 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, 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, os cacos abrasivos de alfa alumina podem ser classificados em uma classificação triada nominal com o uso de U.S.A. Standard Test Sieves de acordo com ASTM E-11 "Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes." ASTM E-11 proscreeve os requerimentos para o design e construção de peneiras de teste com o uso de um meio de pano de fio tecido montado em um quadro para a classificação de materiais de acordo com um tamanho de partícula designado. Uma designação típica pode ser representada como -18+20 significando que os cacos abrasivos de alfa alumina passam através de uma peneira de teste satisfazendo as especificações de ASTM E-11 para a peneira número 18 e são retidos em um teste de peneira encontrando as especificações de ASTM E-11 para o número peneira 20. Em uma modalidade, os cacos abrasivos de alfa alumina têm um tamanho de partícula tal que a maior parte dos cacos abrasivos de alfa alumina passa através de uma peneira de teste de 18 mesh e pode ser retida em uma peneira de teste de 20, 25, 30, 35, 40, 45 ou 50 mesh. Em várias modalidades da invenção, os cacos abrasivos de alfa alumina podem ter uma classificação triada 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 que tem uma classificação nominal especificada pela indústria de abrasivos ou classificação triada nominal, sendo que ao menos uma porção da pluralidade de partículas abrasivas são cacos abrasivos de alfa alumina. Em outro aspecto, a descrição apresenta um método que compreende a classificação dos cacos abrasivos de alfa alumina produzidos de acordo com a presente descrição para fornecer uma pluralidade de cacos abrasivos de alfa alumina que tem uma classificação nominal especificada pela indústria de abrasivos ou uma classificação triada nominal.

Se for desejado, os cacos abrasivos de alfa alumina que têm uma classificação nominal especificada pela indústria de abrasivos ou uma classificação triada nominal podem ser misturados com outras partículas abrasivas conhecidas. Em algumas modalidades, ao 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 uma classificação nominal especificada pela indústria de abrasivos ou uma classificação triada nominal, são cacos abrasivos de alfa alumina produzidos de acordo com a presente descrição, baseada no peso total da pluralidade de partículas abrasivas.

- 5 O ângulo pré-determinado α pode ser diversificado para variar o desempenho dos cacos abrasivos ou das partículas abrasivas conformadas intactas sólidas conforme apresentado no pedido de patente copendente de número serial U.S. _____ intitulado Shaped Abrasive Particles With A Sloping Sidewall depositado em 17 de Dezembro de 2008 e que tem número de súmula de advogado 64869US002. Adicionalmente, os cacos abrasivos
- 10 podem ter sulcos na primeira superfície precisamente formada 21 conforme apresentado no pedido de patente copendente de número serial U.S. _____ intitulado Shaped Abrasive Particles With Grooves depositado em 17 de Dezembro de 2008 e que tem número de súmula de advogado 64792US002. Os sulcos são formados por uma pluralidade de cristas na superfície inferior 30 do molde 34 e descobriu-se que estes tornam a remoção mais
- 15 fácil das partículas abrasivas precursoras do molde.

Método para produção de cacos abrasivos de alfa alumina

- A primeira etapa do processo envolve fornecer tanto uma dispersão abrasiva semeada quanto não semeada, contendo partículas que podem ser convertidas em alfa alumina. As partículas são dispersas em um líquido que compreende um componente volátil.
- 20 Em uma modalidade, o componente volátil é água. A dispersão 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. A dispersão abrasiva compreende de 2 por cento a 90 por cento em peso das partículas que podem ser convertidas em
- 25 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, do 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
- 30 por cento, em peso, de sólidos.

- 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. Os 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
- 35 "HiQ-40" disponível junto à BASF Corporation. Esses monohidratos de 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 dos cacos abrasivos

resultantes dependerão, em geral, do tipo de material usado na dispersão abrasiva.

Em uma modalidade, a dispersão abrasiva está em um estado de gel. Para uso 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 acentuar alguma propriedade desejável dos cacos abrasivos ou aumentar a efetividade da etapa de sinterização subsequente. Os aditivos de modificação ou precursores de aditivos de 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, disprósio, 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 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. Os agentes de nucleação adequados para essa descrição incluem partículas finas de alfa alumina, óxido 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 uma dispersão abrasiva hidrossol ou coloidal mais estável. Os agentes de peptização adequados são ácidos monopróticos ou compostos de ácido como ácido acético, ácido clorídrico, ácido fórmico e ácido nítrico. Os 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 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 criada ou formada por quaisquer meios adequados, como, por exemplo, através, simplesmente, da mistura de monohidrato de óxido de alumínio com água contendo um agente de peptização ou através da formação de uma pasta fluida de monohidrato de óxido de alumínio à qual o agente de peptização 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 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
5 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.

A segunda etapa do processo envolve fornecer um molde 34 que tem ao menos uma cavidade 32 e, de preferência, uma pluralidade de cavidades. Com referência às FIGURAS 1 e
10 2, o molde 34 tem uma superfície inferior genericamente plana 30 e uma pluralidade de cavidades 32. 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 pode ser composta de metal, (por exemplo, níquel),
15 ligas metálicas ou plástico. A ferramenta de produção metálica pode ser fabricada através de qualquer técnica convencional como, por exemplo, gravação, prensagem, eletroformação ou torneamento com diamante. A ferramenta de produção pode compreender material polimérico. Em uma modalidade, todo o ferramental é produzido a partir de um material polimérico ou termoplástico. Em outra modalidade, as superfícies do ferramental em contato com o sol-gel sob
20 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.

25 Uma ferramenta polimérica pode ser replicada de uma ferramenta mestra metálica. 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. O material de lâmina polimérica pode ser aquecido junto com a ferramenta
30 mestra tal que o material polimérico é gofrado com a ferramenta mestra padrão através do pressionamento de ambos. O material polimérico pode também ser extrudado ou fundido sobre a ferramenta mestra e, então, pressionado. O material polimérico é resfriado para solidificar e produzir a ferramenta de produção. Os exemplos de materiais poliméricos de ferramenta de produção incluem termoplásticos como poliésteres, policarbonatos, cloreto de
35 polivinila, polipropileno, polietileno e combinações dos mesmos, bem como materiais termoajustáveis. Se uma ferramenta de produção termoplástica for utilizada, então, 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 na patente US 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.).

5 O acesso às cavidades 32 pode ser realizado a partir de uma abertura na superfície de topo 38, a partir de uma abertura (não mostrada) na superfície inferior 30 ou a partir de aberturas em ambas as superfícies do molde 34. Em alguns casos, a cavidade 32 pode se estender por toda a espessura do molde 34. Alternativamente, a cavidade 32 pode se estender apenas por uma porção da espessura do molde 34. Em uma modalidade, a superfície
10 de topo 38 é substancialmente paralela à superfície inferior 30 do molde 34 com as cavidades que têm uma profundidade substancialmente uniforme. Ao menos um lado do molde 34, isto é, o lado no qual a cavidade é formada, pode permanecer exposto à atmosfera circundante durante a etapa na qual o componente volátil é removido.

A cavidade 32 tem um formato tridimensional especificado. Em uma modalidade, o
15 formato de uma cavidade pode ser descrito como sendo um triângulo, conforme visto do topo, que tem uma parede lateral inclinada 36 tal que a superfície inferior 30 da cavidade é levemente menor do que a abertura na superfície de topo 38. Acredita-se que uma parede lateral inclinada permita uma fácil remoção das partículas abrasivas precursoras do molde. Em várias modalidades da descrição, o ângulo pré-determinado α pode estar entre cerca de 91 graus a
20 cerca de 120 graus ou entre cerca de 95 graus a cerca de 100 graus como 98 graus. Em outras modalidades, o ângulo pré-determinado α pode estar entre cerca de 95 graus a cerca de 130 graus ou entre cerca de 95 graus a cerca de 125 graus ou entre cerca de 95 graus a cerca de 120 graus ou entre cerca de 95 graus a cerca de 115 graus ou entre cerca de 95 graus
25 95 graus a cerca de 100 graus conforme apresentado no pedido de patente copendente de número de súmula de advogado 64869US002 referido acima. Em outra modalidade, o molde 34 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,
30 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 a partir da superfície de topo 38 ao ponto mais inferior na superfície inferior 30. Além disso, uma cavidade pode ter o inverso de outros formatos geométricos, como, por exemplo, piramidal, frusto-piramidal, esférico truncado, esferóide
35 truncado, 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.

A terceira etapa do processo envolve preencher as cavidades no molde com a 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. Em uma modalidade, a superfície de topo 38 do molde 34 é revestida com a dispersão abrasiva. A dispersão abrasiva pode ser bombeada sobre a superfície de topo 38. Posteriormente, um raspador ou barra niveladora pode ser usado para forçar a dispersão abrasiva de maneira completa para o interior da cavidade 32 do molde 34. A porção restante da dispersão abrasiva que não entra na cavidade 32 pode ser removida da superfície de topo 38 do molde 34 e reciclada. Em algumas modalidades, um dispositivo de aplicação de revestimento de cilindro de faca pode ser usado. Em algumas modalidades, uma porção pequena da dispersão abrasiva pode permanecer na superfície de topo 38 e, em outras modalidades, a superfície de topo é substancialmente livre da dispersão. A pressão aplicada pelo raspador ou barra niveladora é tipicamente menor que 0,69 MPa (100 psi) ou menos que 0,34 MPa (50 psi) ou menos que 0,069 MPa (10 psi). Em algumas modalidades, a superfície não exposta da dispersão abrasiva se estende substancialmente além da superfície de topo 38 para assegurar uniformidade na espessura das partículas abrasivas resultantes.

Em uma modalidade, as superfícies internas da cavidade incluindo a parede lateral 36 e a superfície inferior 30 são livres de agentes de liberação de molde. Os agentes de liberação de molde típicos incluem, por exemplo, óleos como óleo de amendoim, óleo de peixe ou óleo mineral, silicones, politetrafluoro etileno, esterato de zinco e grafite. A ausência de um agente de liberação de molde ajuda a assegurar que as partículas abrasivas precursoras aderirão às paredes da cavidade à medida que a dispersão abrasiva é seca, por meio disso, craqueando, ao menos, a maior parte das partículas abrasivas precursoras no molde.

A quarta etapa do processo envolve fraturar intencionalmente as partículas abrasivas precursoras formando ao menos duas partes, enquanto permanecem no interior do molde, através da remoção de uma porção do líquido, isto é, o componente volátil do mesmo da dispersão abrasiva. Desejavelmente, o componente volátil é removido através de evaporação rápida. Uma quantidade suficiente do componente volátil deve ser removida rapidamente da dispersão abrasiva para resultar na solidificação rápida do mesmo, formando assim uma pluralidade de partículas abrasivas precursoras que são fraturadas formando ao menos duas partes. A pluralidade de partículas abrasivas precursoras fraturadas tem, aproximadamente, o mesmo formato que o formato da cavidade do molde, mas é fraturada formando duas ou mais partes. Tipicamente, até 40 por cento do líquido é removido da dispersão abrasiva nessa etapa.

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

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. O ferramental de metal pode ser aquecido à temperaturas significativamente mais elevadas do que o ferramental de plástico. A temperatura de secagem para fraturar, ao menos, a maior parte das partículas abrasivas precursoras formando, ao menos, duas ou mais partes, também é de-
5 dependente do teor de sólidos da dispersão abrasiva e do componente volátil na dispersão.

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 150 graus C ou
10 entre cerca de 105 graus C a cerca de 120 graus C. As temperaturas mais elevadas podem fraturar as partículas abrasivas precursoras mais rápido mas podem, também, levar à degradação do ferramental de polipropileno limitando sua vida útil como um molde.

Alternativamente ou em combinação com a rápida evaporação, o aparelho mecânico pode ser usado para fraturar as partículas abrasivas precursoras formando duas partes,
15 enquanto permanecem nas cavidades no molde. Por exemplo, um par de cilindros estreitos pode ser usado para aplicar uma força normal ao molde para defletir e craquear as partículas abrasivas precursoras. Os cilindros estreitos podem incluir um cilindro gofrado ou dentado que é carregado contra a superfície de topo 38 e um cilindro elastomérico que pode ser carregado contra a superfície inferior do molde na medida em que o molde atravessa pelo
20 estreitamento. Também é possível flexionar ou curvar de maneira aguda o molde para craquear e fraturar as partículas abrasivas precursoras enquanto permanecem no molde.

Com referência especificamente à FIGURA 2, um molde que compreende uma pluralidade de cavidades 32 é mostrado. Uma pluralidade de partículas abrasivas precursoras 23 está contida dentro das cavidades do molde. O molde é formado a partir de material de polipropileno. Cada uma dentre as cavidades compreende um triângulo equilátero com cada perna do triângulo tendo um comprimento de aproximadamente 2,8 mm (0,110 polegada) (quando medido na superfície de topo 38 (FIGURA 1). Cada cavidade 32 foi projetada tal que a parede lateral 36 se cruze com a superfície inferior 30 em um ângulo pré-determinado α de aproximadamente 98 graus. Cada cavidade 32 tem uma profundidade aproximada de 0,7112 mm (0,028 polegada) quando medida perpendicularmente a
25 partir da superfície inferior 30 até a superfície de topo 38.

Cada cavidade 32 no lado esquerdo do molde foi revestida com uma camada fina de 0,1% de óleo de amendoim em álcool metílico, que age como um agente de liberação. Cada cavidade no lado direito do molde foi deixada de modo não tratado e foi isenta de
35 quaisquer agentes de liberação. O ferramental de produção de polipropileno tratado com 0,1% de óleo de amendoim em álcool metílico teve uma energia de superfície de aproximadamente 0,35 mN/cm (35 dinas/cm), que resultou em poucas partículas abrasivas pre-

cursoras fraturadas. O ferramental não tratado sem o uso de qualquer agente de liberação de molde teve uma tensão de umedecimento de aproximadamente 0,32 mN/cm (32 dinas/cm), que resultou no fraturamento de quase todas as partículas abrasivas precursoras. Desejavelmente, a tensão de umedecimento da superfície de contato da ferramenta de produção é menor que cerca de 0,33 mN/cm (33 dinas/cm). A tensão de umedecimento pode ser medida com o uso de soluções de teste de tensão de umedecimento produzidas por Enercon Industries Corporation. As soluções de teste são aplicadas com o uso de chumaços de algodão para espalhar as soluções sobre o ferramental de produção de acordo com ASTM D2578-04a "Standard Test Method for Wetting Tension of Polyethylene and Polypropylene Films."

Após preencher cada cavidade com uma dispersão abrasiva, o molde foi colocado em um forno e aquecido a uma temperatura de aproximadamente 110 graus C durante um período de 45 minutos. Aproximadamente, 99,7% das partículas abrasivas precursoras em peso no lado direito do molde na FIGURA 2 foram fraturadas formando, aproximadamente de 2 a 4 partes, por meio disso, produzindo uma pluralidade de partículas abrasivas precursoras fraturadas dentro de cada cavidade do molde. As partículas abrasivas precursoras no molde foram alcançadas por uma corneta ultra-sônica para removê-las do molde. Os cacos abrasivos resultantes, após a queima, foram triados para uma fração de peneira de -35+40 e, então, fotografados, conforme mostrado na FIGURA 4. Em contrapartida, o lado esquerdo do molde na FIGURA 2 quando tratado com o agente de liberação de óleo de amendoim e seco sob condições idênticas teve, aproximadamente, 18% em peso, das partículas abrasivas fraturadas.

A quinta etapa do processo envolve a remoção da pluralidade fraturada de partículas abrasivas precursoras das cavidades do molde. Essa etapa ocorre de maneira mais fácil através do encolhimento da dispersão abrasiva durante a formação das partículas abrasivas precursoras quando o líquido é removido. Por exemplo, não é incomum que o volume das partículas abrasivas precursoras seja de 80 por cento ou menos do que aquele da dispersão abrasiva a partir do qual ele foi formado. A pluralidade fraturada de partículas abrasivas precursoras pode ser removida das cavidades através do uso dos seguintes processos, sozinhos ou em combinação no molde: gravidade, vibração, vibração ultra-sônica, vácuo ou ar pressurizado para remover as partículas do molde. As partículas abrasivas precursoras fraturadas, uma vez removidas das cavidades, poderiam ser remontadas como peças de quebra cabeça para obter, aproximadamente, o mesmo formato das cavidades do molde no qual elas foram formadas.

As partículas abrasivas precursoras fraturadas 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 precursoras serão secas de 10 a 480 minutos ou de 120 a 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 do processo envolve a calcinação da pluralidade fraturada de partículas abrasivas precursoras. 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 precursoras fraturadas são, geralmente, aquecidas até uma temperatura de 400 graus C a 800 graus C e mantidas dentro desta faixa de temperatura até que água livre e mais de 90 por cento, em peso, de qualquer material volátil de ligação seja removido. 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 por impregnação nos poros das partículas abrasivas precursoras fraturadas calcinadas. Então, a pluralidade fraturada de partículas abrasivas precursoras é pré queimada novamente. Essa opção é adicionalmente descrita no Pedido de Patente Europeu N° 293.163.

A sétima etapa do processo envolve a sinterização da pluralidade fraturada calcinada das partículas abrasivas precursoras para formar os cacos abrasivos 21. Anterior à sinterização, a pluralidade fraturada calcinada de partículas abrasivas precursoras não está completamente densificada e, dessa forma, carece de dureza para que seja usada como partículas abrasivas. A sinterização acontece através do aquecimento das partículas abrasivas precursoras fraturadas calcinadas a uma temperatura de 1.000 graus C a 1.650 graus C e a manutenção das mesmas dentro dessa faixa de temperatura até que, substancialmente, todo o monodrato de alfa alumina (ou equivalente) seja convertido para alfa alumina e a porosidade seja reduzida para menos do que 15%, por volume. O período de tempo que as partículas abrasivas precursoras fraturadas calcinadas devem ser expostas à temperatura de sinterização para alcançarem esse nível de conversão depende de vários fatores, mas, usualmente, de cinco segundos a 48 horas é típico. Em outra modalidade, a duração para a etapa de sinterização situa-se na faixa de um minuto a 90 minutos. Uma vez sinterizada, a pluralidade fraturada calcinada das partículas abrasivas precursoras é convertida em uma pluralidade de cacos abrasivos de alfa alumina. Após a sinterização, os cacos abrasivos podem ter uma 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. N° 4.314.827 de Leitheiser.

Artigo abrasivo

Em um outro aspecto, a presente descrição apresenta um artigo abrasivo que compreende um ligante e uma pluralidade de partículas abrasivas, sendo que, ao menos, uma porção das partículas abrasivas é cacos abrasivos de alfa alumina produzidos de acordo com a presente descrição. Os artigos abrasivos exemplificadores incluem artigos abrasivos revestidos, artigos abrasivos ligados (por exemplo, rodas), artigos abrasivos não-tecidos e escovas abrasivas. Os artigos abrasivos revestidos tipicamente compreendem um substrato que tem uma primeira e segunda superfícies principais opostas e em que o ligante (primeiro revestimento) e a pluralidade de partículas abrasivas formam uma camada abrasiva sobre ao menos uma porção da primeira superfície principal. Em algumas modalidades, ao 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, das partículas abrasivas em um artigo abrasivo são cacos abrasivos de alfa alumina produzidos de acordo com a presente descrição com base no peso total das partículas abrasivas no artigo abrasivo.

Com referência à FIGURA 6, um artigo abrasivo revestido 40 compreende um substrato 42 que tem uma primeira camada de um primeiro revestimento 44 (ligante) aplicado sobre uma primeira superfície principal do substrato 42. Parcialmente embutida no primeiro revestimento 44 está uma pluralidade de cacos abrasivos de alfa alumina 21 formando uma camada abrasiva. Sobre os cacos abrasivos 21 está uma segunda camada de um revestimento intermediário 46. O propósito do primeiro revestimento 44 é prender os cacos abrasivos 21 ao substrato 42 e o propósito do revestimento intermediário 46 é reforçar os cacos abrasivos 21. Em algumas modalidades, ao 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, das partículas abrasivas na camada abrasiva são cacos abrasivos de alfa alumina produzidos de acordo com a presente descrição com base no peso total das partículas abrasivas dentro da camada abrasiva. Em algumas modalidades, entre cerca de 60 por cento a 100 por cento, em peso, das partículas abrasivas na camada abrasiva são cacos abrasivos de alfa alumina. Em outra modalidade, cerca de 100 por cento, em peso, das partículas abrasivas na camada abrasiva são cacos abrasivos de alfa alumina.

Durante a fabricação do artigo abrasivo revestido, os cacos abrasivos de alfa alumina podem ser aplicados no primeiro revestimento através de técnicas de revestimento eletrostático. O revestimento eletrostático induz os cacos abrasivos de alfa alumina de mais elevada razão de aspecto a serem substancial e verticalmente orientados. Esse modo de orientação resulta no desempenho aperfeiçoado do artigo abrasivo revestido.

O artigo abrasivo pode conter uma mescla dos cacos abrasivos de alfa alumina junto com grãos abrasivos convencionais, grãos diluentes ou aglomerados que sofrem erosão, como aqueles descritos nas patentes U.S. Nº 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.

Os cacos abrasivos de alfa alumina podem, também, ter um revestimento de superfície. Os revestimentos de superfície são conhecidos por aperfeiçoar a adesão entre grãos abrasivos e o ligante nos artigos abrasivos ou podem ser usados para auxiliar na deposição eletrostática dos cacos abrasivos. 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 de superfície pode evitar o coroamento nos cacos abrasivos. Coroamento é o termo para descrever o fenômeno em que partículas de metal a partir de peça de trabalho sendo raspada se tornam soldadas nos topos das partículas abrasivas. Os revestimentos de superfície para executarem as funções acima são conhecidos daqueles versados na técnica.

O primeiro revestimento e o revestimento intermediário compreendem um adesivo resinoso. O adesivo resinoso do primeiro revestimento pode ser o mesmo ou diferente daquele do revestimento intermediário. 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 primeiro revestimento ou revestimento intermediário ou ambos os revestimentos, podem adicionalmente compreender aditivos que são conhecidos na técnica, como, por exemplo, cargas, auxiliares de trituração, agentes de umedecimento, tensoativos, matrizes, pigmentos, agentes de acoplamento e combinações dos mesmos. Os exemplos de cargas incluem carbonato de cálcio, sílica, talco, argila, metassilicato de cálcio, dolomita, sulfato de alumínio e combinações dos mesmos. Os auxiliares de trituração abrangem uma ampla variedade de materiais diferentes e podem ser inorgânicos ou orgânicos. Os exemplos 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. Também se encontra dentro do escopo dessa descrição utilizar um revestimento de super-tamanho. 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.

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.

5 Um gel de boemita foi produzido mediante o seguinte procedimento: pó de monodrato de óxido de alumínio (1.235 partes) que tem a designação comercial "DISPERAL" foi disperso através de mistura contínua em uma solução contendo água (3.026 partes) e 70% de ácido nítrico aquoso (71 partes). O sol que resultou foi, então, aquecido até uma temperatura de aproximadamente 125°C em um secador contínuo para produzir uma dispersão de 44% de
10 sólidos. O sol-gel foi forçado para o interior do ferramental de produção que tem tamanhos de cavidade conformados triangulares e dimensões de profundidade de 0,71 mm (28 mils) e 2,79 mm (110 mils) em cada lado. O ângulo de conicidade é entre a parede lateral e a superfície inferior do molde foi 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
15 das cavidades, que se cruzam com um lado do triângulo em um ângulo de 90 graus, e as cavidades restantes têm uma superfície inferior lisa. As cristas paralelas foram espaçadas a cada 0,277 mm e a seção transversal das cristas estava em formato de triângulo tendo 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 copendente de número de súmula de advogado nº
20 64792US002 referente acima. O sol-gel foi forçado para o interior das cavidades com uma faca de massa de vidraceiro até que todas as aberturas do ferramental fossem preenchidas completamente. Nenhuma liberação de molde foi usada no ferramental de produção e o ferramental de produção revestido de sol-gel foi colocado em um forno de ar de convecção ajustado em 110 graus C e seco durante 40 minutos para fraturar as partículas abrasivas precursoras enquanto permaneceram nas cavidades do ferramental de produção. As partículas abrasivas precursoras fraturadas foram removidas do ferramental de produção através da passagem das mesmas por uma corneta ultra-sônica. As partículas abrasivas precursoras fraturadas foram calcinadas a, aproximadamente, 650 graus C e, então, saturadas com uma solução de nitrato misturada da concentração seguinte (relatado como óxidos): cada 1,8% de
25 MgO, Y₂O₃, Nd₂O₃ e La₂O₃. O excesso de solução de nitrato foi removido e as partículas abrasivas precursoras fraturadas saturadas foram deixadas secando após as partículas terem sido calcinadas novamente a 650 graus C e sinterizadas a, aproximadamente, 1400 graus C. Tanto a calcinação quanto a sinterização foram realizadas com o uso de um forno de calcinação de tubo giratório. Os cacos abrasivos de alfa alumina típicos produzidos através do método acima
30 são mostrados na FIGURA 4.

As amostras de partículas triangulares de alfa alumina intactas (triângulos intactos) foram preparadas em um modo similar conforme descrito acima exceto que, nesse caso, um

agente de liberação que consiste em 0,1% de óleo de amendoim em álcool metílico foi aspergido sobre o ferramental de produção antes do preenchimento. Os triângulos abrasivos de alfa alumina típicos produzidos pelo método são mostrados na FIGURA 3.

As amostras de partículas triangulares de alfa alumina produzidas pelo método apresentado na patente U.S. Nº 5.366.523 de Rowenhorst foram também avaliadas. As partículas triangulares abrasivas produzidas por Rowenhorst (triângulos de Rowenhorst) tendem a ter cantos arredondados e superfícies menos precisas conforme se pode observar melhor na FIGURA 4 da patente '523. Conforme visto, as partículas triangulares abrasivas não têm bordas retas ou cantos agudos como resultado das técnicas de moldagem e métodos de secagem.

Os triângulos intactos, triângulos de Rowenhorst e cacos abrasivos foram classificados através de USA Standard Testing Sieves para obter uma classificação triada nominal das partículas abrasivas. Os triângulos intactos e triângulos de Rowenhorst foram classificados através de peneiras de -18+20 mesh para remover quaisquer partículas defeituosas. Os cacos abrasivos de alfa alumina produzidos incluem cacos conformados triangulares mais largos e cacos menores que se parecem com lascas finas e longas. Os cacos abrasivos de alfa alumina de peneiras de -20+25, -25+30 e -30+35 mesh foram revestidos sobre substratos de disco de fibra com o uso de uma resina do tipo fenólica preenchida com carbonato de cálcio padrão e resina de tamanho fenólica preenchida com criolita. Após a cura suficiente da resina fenólica, os discos foram avaliados com o uso do Teste de Trituração. Os discos de controle usaram grãos abrasivos de alfa alumina 321 CUBITRON aleatoriamente esmagados disponíveis junto à 3M Corporation, St. Paul, MN EUA, que foram classificados pelos tamanhos de peneira iguais aos cacos abrasivos de alfa alumina nos discos experimentais. Os discos de controle foram preparados ao mesmo tempo e da mesma maneira que os discos experimentais. Os discos que têm os triângulos intactos e triângulos abrasivos de triângulos de Rowenhorst mostrados na FIGURA 4 da patente também foram preparados da mesma maneira. Todos os discos foram avaliados com o uso do Teste de Trituração.

Teste de trituração

Os discos abrasivos foram testados utilizando o seguinte procedimento. Para avaliação, discos abrasivos de 17,8 cm (7 polegadas) de diâmetro foram fixados a um moedor giratório fornecido com uma placa de face de bloco de disco dotado de nervuras de 17,8 cm (7 polegadas) ("0514 Extra Hard Red" obtida a partir de 3M Company, St. Paul, Minnesota, EUA). O moedor foi, então, ativado e impelido contra uma face de extremidade de uma barra de aço 1045 pré-pesada de 1,9 x 1,9 cm (0,75 x 0,75 pol.) sob uma carga de 44,5 N (10 lb). A velocidade rotacional resultante do moedor sob essa carga e contra essa peça de trabalho foi de 5000 rpm. A peça de trabalho foi raspada sob essas condições para um total de intervalos de trituração (passagens) de trinta e seis (36) por 20 segundos. Após cada intervalo de 20 segundos, a peça de trabalho foi deixada resfriar até a temperatura ambiente e pesada para

determinar o corte da operação abrasiva. Os resultados dos testes foram relatados conforme o corte incremental para cada intervalo e o corte total removido. Se for desejado, a realização de testes pode ser automatizada com o uso de equipamento adequado.

A FIGURA 7 plota o corte incremental em gramas em cada intervalo para cada amostra. A Tabela 1 apresenta o corte total em gramas que foi removido durante o teste. Conforme visto, os cacos abrasivos de alfa alumina a cada fração selecionada apresentaram uma melhor qualidade de grão abrasivo de alfa alumina aleatoriamente esmagado e de triângulos de Rowenhorst. Surpreendentemente, os cacos abrasivos a partir da classificação triada nominal de -20+25 que têm um tamanho de partícula menor atuaram de modo similar aos triângulos intactos de -18+20 e muito melhor do que os triângulos de Rowenhorst de -18+20. Dessa forma, o afiamento relativo dos cacos abrasivos de alfa alumina é significativamente aprimorado sobre os triângulos de Rowenhorst.

Tabela 1: Corte total

| Partícula Abrasiva | Tamanho de partícula | Corte Total (g) |
|--------------------------|----------------------|-----------------|
| 321 CUBITRON | -18+20 | 393,1 |
| Triângulos Intactos | -18+20 | 728,9 |
| Triângulos de Rowenhorst | -18+20 | 478,9 |
| 321 CUBITRON | -20+25 | 418,9 |
| Cacos Abrasivos | -20+25 | 693,0 |
| 321 CUBITRON | -25+30 | 464,5 |
| Cacos Abrasivos | -25+30 | 633,8 |
| 321 CUBITRON | -30+35 | 438,2 |
| Cacos Abrasivos | -30+35 | 597,1 |

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 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 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. Método de fabricar uma pluralidade de cacos abrasivos (21) compreendendo:

fornecer um molde (34) que tem uma pluralidade de cavidades (32);

preencher a pluralidade de cavidades (32) com uma dispersão abrasiva, sendo

5 que a dispersão abrasiva compreende partículas em um líquido que podem ser convertidas em alfa alumina, o líquido compreendendo um componente volátil;

remover ao menos uma porção do componente volátil da dispersão abrasiva enquanto

a dispersão abrasiva permanece na pluralidade de cavidades (32) formando, assim, uma pluralidade de partículas abrasivas precursoras que tem um tamanho pré-determinado, e

10 **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

fraturar ao menos a maior parte da pluralidade de partículas abrasivas precursoras em pelo menos dois pedaços enquanto a pluralidade de partículas (32) abrasivas precursoras permanece dentro da pluralidade de cavidades (32) formando uma pluralidade fraturada de partículas abrasivas precursoras.

15 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o molde compreende polipropileno e um agente de liberação não é aplicado à pluralidade de cavidades (32) no molde.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pluralidade de cavidades (32) compreende uma tensão de umedecimento e a tensão de umedecimento é menor que 0,33 mN/cm (33 dinas/cm).

20 4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o fraturamento compreende secagem a uma temperatura entre 105°C a 120°C.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pluralidade de cavidades (32) compreende um triângulo equilátero.

25 6. Artigo abrasivo feito pelo método conforme definido na reivindicação 1 **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende: uma pluralidade de cacos abrasivos (21) de alfa alumina que tem uma classificação nominal especificada pela indústria de abrasivos ou uma classificação triada nominal, a pluralidade de cacos abrasivos (21) de alfa alumina que compreende uma primeira superfície precisamente formada (22), uma
30 segunda superfície precisamente formada (24) que se cruza com a primeira superfície precisamente (22) formada em um ângulo α pré-determinado, uma terceira superfície (26) oposta à primeira superfície precisamente formada (22) e uma superfície fraturada (28).

7. Artigo abrasivo, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o ângulo α pré-determinado está entre 91 graus a 120 graus.

35 8. Artigo abrasivo, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o ângulo α pré-determinado está entre 95 graus a 100 graus.

9. Artigo abrasivo, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato

de que a pluralidade de cacos abrasivos (21) de alfa alumina é formada em um molde (34) que tem uma pluralidade de cavidades (32) triangulares.

10. Artigo abrasivo, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que aproximadamente 2 a 4 cacos abrasivos (21) de alfa alumina são formados em
5 cada uma da pluralidade de cavidades (32) triangulares.

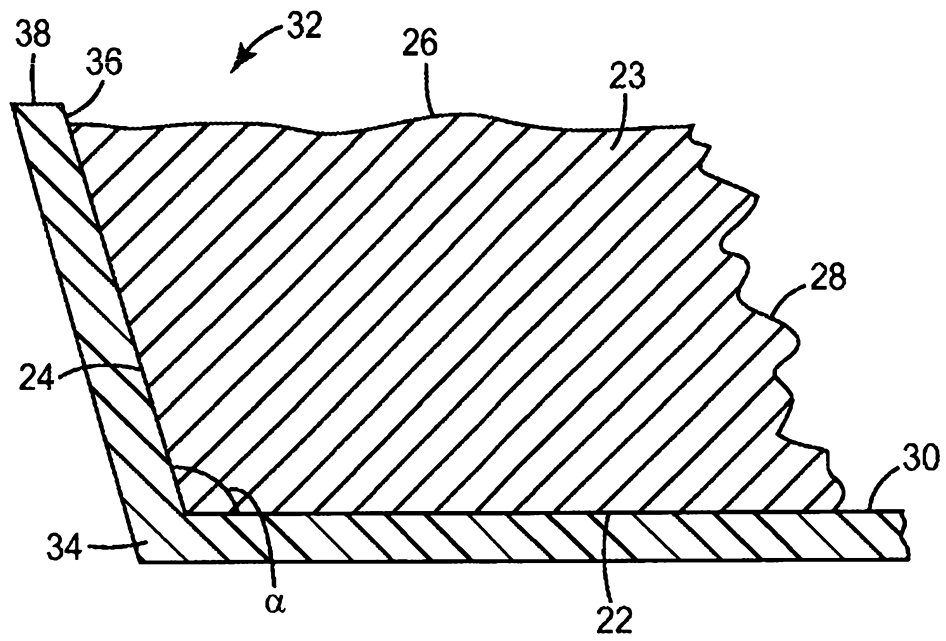


FIG. 1

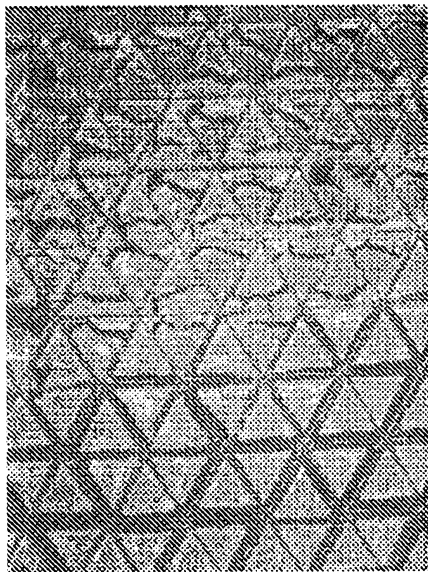


FIG. 2

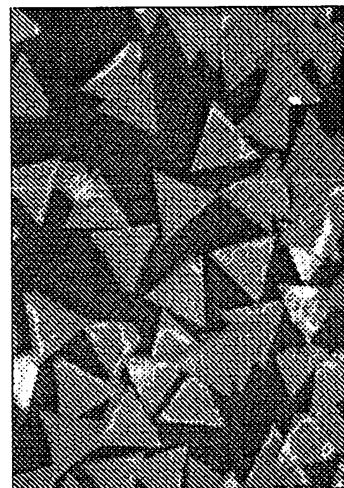


FIG. 3

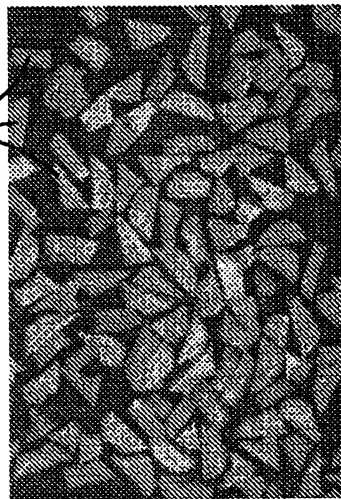


FIG. 4

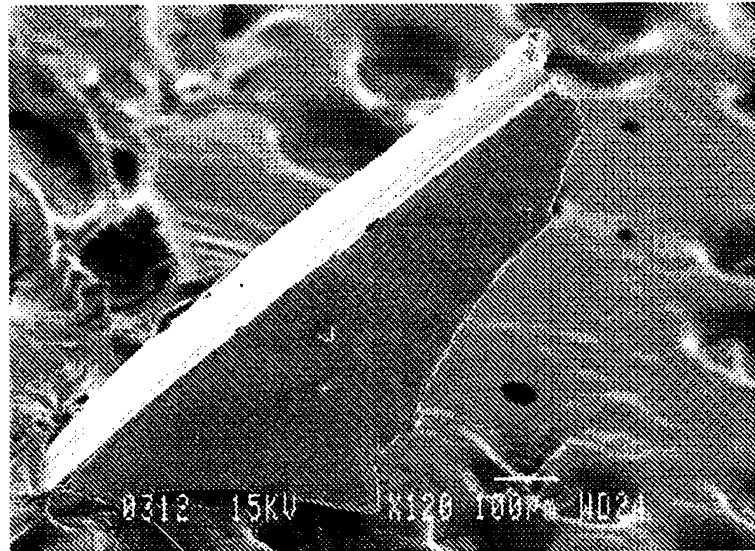


FIG. 5

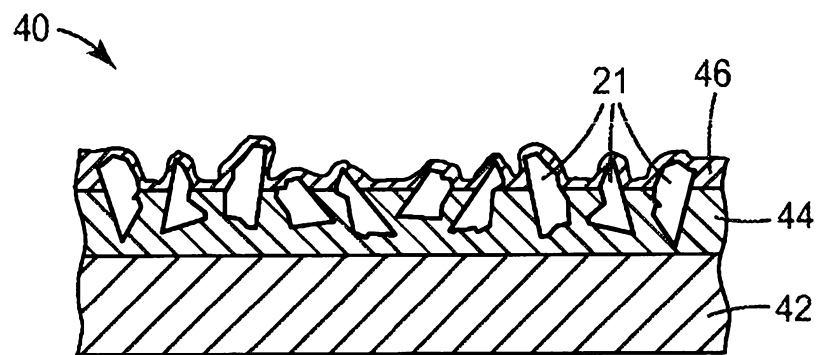


FIG. 6

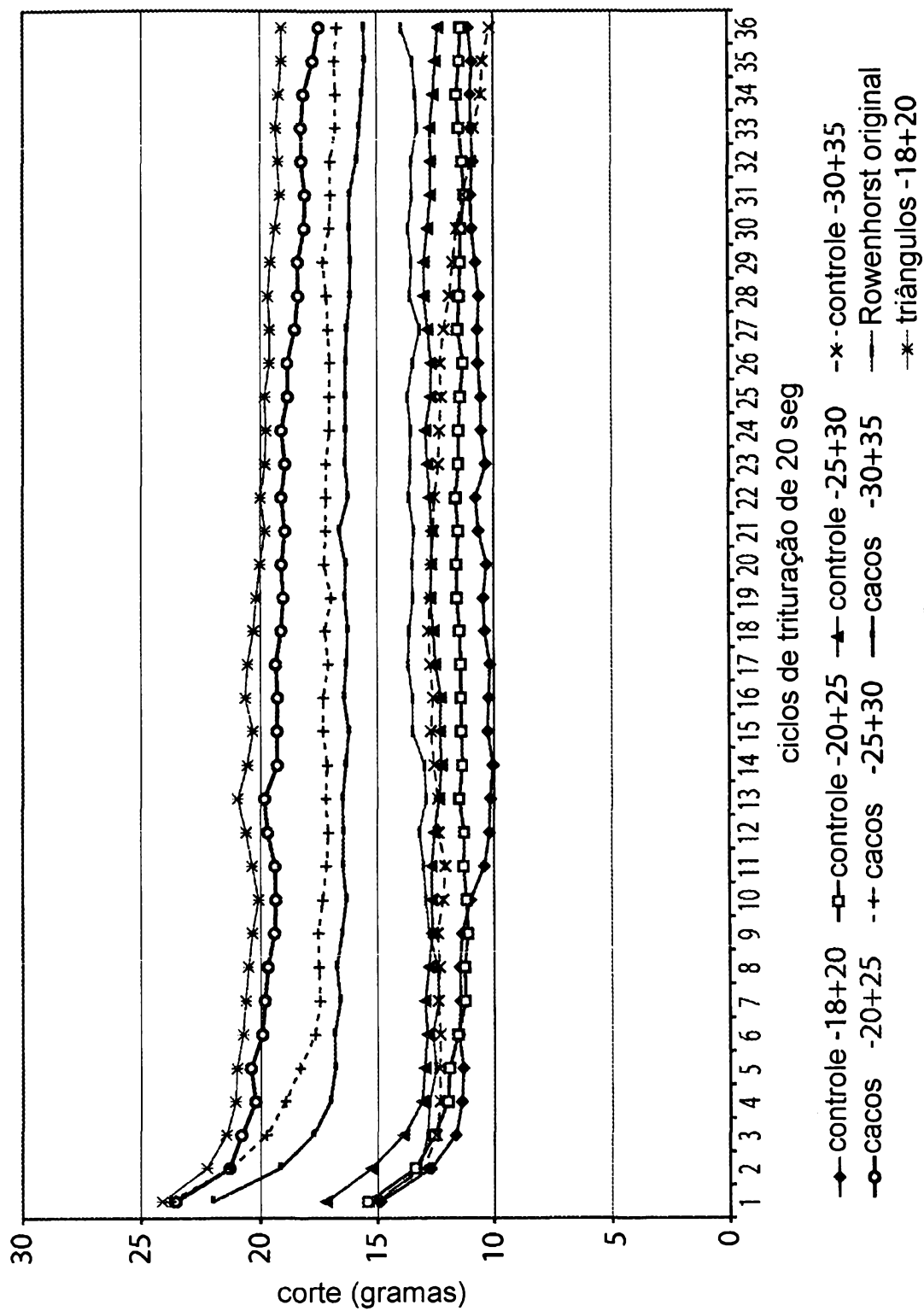


FIG. 7