

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 521**

51 Int. Cl.:

C09K 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2009 PCT/US2009/065640**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.07.2010 WO10077495**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2009 E 09836623 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2373458**

54 Título: **Método para fabricar esquiras abrasivas, partículas abrasivas conformadas con una abertura o partículas abrasivas en forma de plato**

30 Prioridad:

17.12.2008 US 337001

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

06.04.2018

73 Titular/es:

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)
3M Center, Post Office Box 33427
Saint Paul, MN 55133-3427, US**

72 Inventor/es:

**CULLER, SCOTT R.;
ERICKSON, DWIGHT D.;
ADEFRIS, NEGUS B.;
BODEN, JOHN T. y
HAAS, JOHN D.**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 662 521 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para fabricar esquilas abrasivas, partículas abrasivas conformadas con una abertura o partículas abrasivas en forma de plato

5

Antecedentes

Las partículas abrasivas y los artículos abrasivos fabricados a partir de las partículas abrasivas son útiles para pulir, acabar o moler una amplia variedad de superficies y materiales en la fabricación de bienes. De este modo, hay una necesidad continuada de mejorar el coste, el comportamiento o la duración de la partícula abrasiva y/o del artículo abrasivo.

10

Las partículas abrasivas de forma triangular y los artículos abrasivos que utilizan las partículas abrasivas de forma triangular se describen en las patentes US-5.201.916 de Berg; US-5.366.523 de Rowenhorst; y US-5.984.988 de Berg. En una realización, la forma de las partículas abrasivas comprende un triángulo equilátero. Las partículas abrasivas de forma triangular son útiles en la fabricación de artículos abrasivos que tienen tasas de corte mejoradas.

15

WO 2009/085841 A2 (y EP-2.242.618 A2, estado de la técnica según el Art. 54(3) del Convenio sobre la Patente Europea [CPE]) se refieren a un método que comprende: proporcionar un molde que tiene una pluralidad de cavidades; llenar la pluralidad de cavidades con una dispersión abrasiva, comprendiendo la dispersión abrasiva partículas en un líquido que se puede convertir en alfa-alúmina, comprendiendo el líquido un componente volátil; eliminando al menos una parte del componente volátil de la dispersión abrasiva mientras que la dispersión abrasiva se encuentra en la pluralidad de cavidades, formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas precursoras que tienen una forma predeterminada, y fracturando al menos una mayoría de la pluralidad de partículas abrasivas precursoras en al menos dos piezas mientras que la pluralidad de partículas abrasivas precursoras se encuentra en el interior de la pluralidad de cavidades, formando de este modo una pluralidad fracturada de partículas abrasivas precursoras.

20

25

Sumario

Las partículas abrasivas conformadas, por lo general, pueden tener un comportamiento superior comparado con las partículas abrasivas trituradas al azar. Al controlar la forma de la partícula abrasiva, es posible controlar el comportamiento resultante del artículo abrasivo. Diferentes aplicaciones de pulido pueden requerir diferentes tipos de partículas abrasivas conformadas. Por lo tanto, es muy deseable disponer de un proceso que pueda producir diferentes tipos de partículas abrasivas conformadas a partir de la misma línea de proceso.

30

Los inventores han determinado que, mediante el control de los parámetros del proceso y mediante el uso de una herramienta para producción de polímeros que tenga una pluralidad de cavidades del molde, se pueden producir diferentes tipos de partículas abrasivas conformadas a partir de exactamente el mismo molde. En particular, los inventores han determinado un método para fracturar las partículas abrasivas conformadas mientras siguen en el molde para producir esquilas abrasivas en lugar de partículas abrasivas conformadas intactas y sólidas. Los inventores han determinado también un método para controlar la formación de las partículas abrasivas conformadas mientras se encuentran en el molde para formar una abertura a través de la partícula abrasiva conformada. Por último, los inventores han determinado también un método para controlar la formación de partículas abrasivas conformadas mientras se encuentran en el molde para formar una superficie cóncava en la partícula abrasiva conformada para fabricar una partícula abrasiva en forma de plato. De esta manera, dependiendo de los parámetros del proceso, la misma herramienta de producción idéntica que tiene una pluralidad de cavidades del molde puede producir partículas abrasivas conformadas intactas y sólidas, esquilas abrasivas, partículas abrasivas conformadas con una abertura o partículas abrasivas en forma de plato.

35

40

45

De este modo, en una realización, la invención se basa en un método que comprende: proporcionar un molde que tiene una pluralidad de cavidades, comprendiendo la pluralidad de cavidades superficies poliméricas; llenar la pluralidad de cavidades con un sol-gel, comprendiendo el sol-gel partículas que se pueden convertir en alfa-alúmina en un líquido, comprendiendo el líquido un componente volátil; eliminar al menos una parte del componente volátil del sol-gel mientras que el sol-gel se encuentra en la pluralidad de cavidades y controlar la reología del sol-gel en el molde en función de la tensión de fluencia del sol-gel, la presencia o ausencia de agente de liberación del molde y la velocidad de secado, formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras que tienen un tipo seleccionado del grupo que consiste en esquilas abrasivas, partículas abrasivas conformadas con una abertura y partículas abrasivas con forma de plato.

50

55

Breve descripción de los dibujos

El experto en la técnica debe entender que el presente análisis es una descripción de las realizaciones ilustrativas solamente, y no se pretende que sean una limitación de los aspectos más amplios de la presente descripción, cuyos aspectos más amplios se llevan a cabo en la construcción ilustrativa.

60

La Fig. 1 es una fotografía de una vista superior de un molde que tiene una pluralidad de cavidades que contienen partículas abrasivas precursoras.

65

La Fig. 2 es una fotografía de las partículas abrasivas con forma de plato resultantes de la parte izquierda del molde de la Fig. 1.

La Fig. 3 es una fotografía de las esquirlas abrasivas fracturadas resultantes de la parte derecha del molde de la Fig. 1.

La Fig. 4 ilustra una sección transversal de una realización de una partícula abrasiva precursora en una cavidad del molde.

La Fig. 5 es una fotomicrografía de un microscopio electrónico de barrido de una esquirla abrasiva representativa similar a las esquirlas abrasivas mostradas en la Fig. 3.

Las Figs. 6A-6C ilustran una partícula abrasiva conformada con una abertura.

La Fig. 7 es una fotografía de partículas abrasivas con forma de plato comparadas con las partículas abrasivas conformadas que tienen una abertura.

La Fig. 8 ilustra una vista superior de un molde que tiene una pluralidad de cavidades que contienen partículas abrasivas conformadas precursoras con una abertura.

La Fig. 9 ilustra una vista en perspectiva de una partícula abrasiva en forma de plato.

La Fig. 10 ilustra una vista lateral de la partícula abrasiva en forma de plato de la Fig. 9.

La Fig. 11 ilustra una fotografía que muestra la superficie cóncava o en forma de plato de una partícula abrasiva con forma de plato.

Se pretende que el uso repetido de números de referencia en la memoria descriptiva y los dibujos representen características iguales o análogas o elementos de la descripción.

Definiciones

En la presente memoria, las formas de las palabras “comprende”, “tiene” e “incluye” son jurídicamente equivalentes y se consideran abiertas. Por lo tanto, elementos, funciones, etapas o limitaciones adicionales no citados pueden estar presentes junto con los elementos, funciones, etapas o limitaciones citados.

En la presente memoria, el término “dispersión abrasiva” significa un precursor de alfa-alúmina que se puede convertir en alfa-alúmina que se introduce en una cavidad del molde. La composición se denomina como dispersión abrasiva hasta que se eliminan suficientes componentes volátiles para conseguir la solidificación de la dispersión abrasiva.

En la presente memoria, el término “partícula abrasiva conformada precursora” significa la partícula no sinterizada producida mediante la eliminación de una cantidad suficiente de componentes volátiles de la dispersión abrasiva, cuando se encuentra en la cavidad del molde, para formar un cuerpo solidificado que se puede extraer de la cavidad del molde y retener prácticamente su forma moldeada durante las operaciones de procesamiento posteriores.

En la presente memoria, el término “superficie formada con precisión” significa una superficie que se crea mediante un secado parcial, desecación o curado de una dispersión abrasiva mientras se encuentra en una cavidad de un molde.

En la presente memoria, el término “esquirla abrasiva” significa la partícula abrasiva de alfa-alúmina sinterizada producida mediante el proceso de la presente descripción.

En la presente memoria, el término “partícula abrasiva conformada” significa una partícula abrasiva cerámica en la que al menos una parte de la partícula abrasiva tiene una forma predeterminada que es réplica de una cavidad de un molde utilizado para formar la partícula abrasiva precursora conformada. Salvo en el caso de esquirlas abrasivas (p. ej., como se describe en US-2009/0169816 A1), la partícula abrasiva conformada tendrá por lo general una forma geométrica predeterminada que prácticamente replica la cavidad del molde utilizado para formar la partícula abrasiva conformada. La partícula abrasiva conformada en la presente memoria excluye las partículas abrasivas obtenidas mediante una operación de trituración mecánica.

Descripción detallada

Antes de describir el proceso utilizado para fabricar los diferentes tipos de partículas abrasivas conformadas, los diferentes tipos se describirán con mayor detalle.

Esquirlas abrasivas

Con referencia a las Figs. 3 y 5, se ilustran las partículas abrasivas 20. Las partículas abrasivas 20 comprenden partículas abrasivas de alfa-alúmina fracturadas formadas en una pluralidad de esquirlas 21 abrasivas de alfa-alúmina.

Con referencia a la Fig. 4, se ilustra una partícula 23 abrasiva moldeada precursora en un molde 34. Cada una de las esquirlas 21 abrasivas de alfa-alúmina comprende al menos una primera superficie 22 formada con precisión, una segunda superficie 24 formada con precisión que interseca con la primera superficie formada con precisión a un ángulo predeterminado α , una tercera superficie 26 opuesta a la primera superficie 22 formada con precisión, y una superficie fracturada 28. La primera superficie 22 formada con precisión se puede formar por contacto con una superficie inferior 30 de una cavidad 32 en el molde 34. En la Fig. 4, solamente se indica en la sección transversal una parte de la cavidad 32 en el molde 34. Normalmente, el molde 34 tiene una pluralidad de cavidades para producir económicamente las esquirlas 21 abrasivas de alfa-alúmina. La primera superficie 22 formada con precisión replica prácticamente el acabado y la forma superficial de la superficie inferior 30 de la cavidad 32.

La segunda superficie 24 formada con precisión de la esquirla 21 abrasiva se puede formar por contacto con una pared lateral 36 de la cavidad 32 en el molde 34. La pared lateral 36 está diseñada para intersectar la superficie inferior 30 a un ángulo predeterminado α . La segunda superficie 24 formada con precisión replica prácticamente el acabado y la forma superficial de la pared lateral 36 de la cavidad 32. La segunda superficie 24 formada con precisión se moldea por contacto con la pared lateral 36 de la cavidad 32. De este modo, al menos dos superficies de la esquirla abrasiva resultante están formadas con precisión (22, 24) y el ángulo de intersección entre las dos superficies es un ángulo predeterminado basado en la geometría seleccionada del molde.

La tercera superficie 26 de la esquirla abrasiva 21 opuesta a la primera superficie 22 formada con precisión puede tener un aspecto ondulado o no ondulado aleatoriamente ya que está en contacto con el aire una vez que la cavidad 32 se ha llenado con una dispersión abrasiva. La tercera superficie 26 no está formada con precisión ya que no se moldea por contacto con la cavidad 32. A menudo, la tercera superficie 26 se crea rascando o alterando una superficie superior 38 del molde 34 para eliminar el exceso de dispersión abrasiva del molde. La etapa de rascado o alteración puede dar como resultado una ondulación o irregularidad sutil en la tercera superficie 26 que es visible con una lupa. De este modo, la tercera superficie 26 es similar a una superficie creada por extrusión, que tampoco está formada con precisión. Durante el proceso de extrusión, el sol-gel se fuerza a través de una matriz. De este modo, las superficies del sol-gel muestran marcas de raspado, estrías, y/o líneas de trazado como resultado del proceso de extrusión. Dichas marcas se crean debido al movimiento relativo entre el sol-gel y la matriz. Además, las superficies extrudidas procedentes de una matriz pueden ser generalmente un plano liso. Por el contrario, las superficies formadas con precisión pueden replicar una superficie geométrica sinusoidal u otra más compleja que tenga variaciones significativas en su altura a lo largo de la superficie.

La superficie fracturada 28 de la esquirla abrasiva 21 se propaga en general entre la primera superficie 22 formada con precisión y la tercera superficie 26 opuesta y entre las paredes laterales opuestas de la cavidad 32 cuando la profundidad de la cavidad es relativamente pequeña en comparación con el área de la superficie inferior 30. La superficie fracturada 28 se caracteriza por puntos dentados y agudos típicos de una fractura frágil. La superficie fracturada 28 se puede crear mediante un proceso de secado que agrieta o fractura al menos la mayoría de las partículas abrasivas conformadas precursoras en al menos dos piezas mientras se encuentran en la cavidad 32. Esto produce esquirlas abrasivas 21 que tienen un tamaño más pequeño que la cavidad 32 del molde a partir de la que se fabrican. Las esquirlas abrasivas, una vez formadas, se pueden volver a ensamblar como las piezas de un rompecabezas para reproducir la forma original de la cavidad del molde a partir de la que se fabrican. Se cree que el agrietamiento o fractura de las partículas abrasivas conformadas precursoras se produce garantizando que la tensión superficial de la dispersión abrasiva con respecto a las paredes de la cavidad 32 es superior a las fuerzas de atracción internas de la dispersión abrasiva a medida que la dispersión abrasiva se seca en la cavidad.

Con referencia a la Fig. 5, para la esquirla abrasiva 21 ilustrada, la superficie fracturada 28 está presente a lo largo del lado derecho de la esquirla abrasiva. La segunda superficie 24 formada con precisión está presente a lo largo de la superficie izquierda angulada de la esquirla abrasiva 21. La tercera superficie 26 está orientada hacia delante, y tiene algunas irregularidades y ondulaciones derivadas de la operación de rascado. La primera superficie 22 formada con precisión está oculta de la vista orientada hacia atrás. La esquirla abrasiva de la Fig. 5 se produjo en una cavidad de molde triangular. Una de las esquinas del triángulo se encuentra en la parte inferior izquierda de la esquirla abrasiva.

Con referencia a la Fig. 1, el proceso de fractura produce un número discreto de partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas en cada cavidad del molde. En general, se producen aproximadamente de 2 a 4 partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas en el interior de cada cavidad 32. De este modo, el proceso de la invención produce pocas partículas extremadamente pequeñas (finos) dando como resultado menos residuos que si se utilizara una operación de trituración para reducir el tamaño de la partícula triangular intacta mostrada en la Fig. 2. Debido al proceso de fractura, cada una de las esquirlas abrasivas retiene una parte de su forma original moldeada, a diferencia de una operación de trituración que puede producir partículas abrasivas sin que quede ninguna de las superficies formadas con precisión. De este modo, la distribución por tamaños de las partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas es relativamente pequeño y más uniforme que para las partículas trituradas. El número definitivo de partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas producido en el interior de cada cavidad puede variar dependiendo del tamaño y la forma de la cavidad, la velocidad de secado, y la temperatura utilizada para fracturar las partículas abrasivas conformadas precursoras en el interior del molde. En diferentes realizaciones de la descripción, se producen menos o igual de aproximadamente 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3 o 2, partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas en el interior de cada cavidad del molde.

Como las partículas abrasivas conformadas precursoras se procesan de una forma tal que se puedan fracturar de forma intencionada, al menos la mayoría (más del 50 por ciento) de las partículas abrasivas conformadas precursoras se fracturan en al menos dos piezas en el interior de la cavidad 32 del molde a medida que las partículas abrasivas conformadas precursoras se secan. En diferentes realizaciones de la descripción, de aproximadamente un 75 por ciento a un 100 por ciento, o de aproximadamente 90 a 100 por ciento, o de aproximadamente 98 a 100 por ciento de las partículas abrasivas conformadas precursoras se fracturan en al menos dos piezas mientras se encuentran en las cavidades del molde.

Como las partículas abrasivas conformadas precursoras se fracturan intencionadamente mientras se encuentran en las cavidades del molde, retienen al menos una parte de la forma original moldeada de pared lateral e inferior. Esta característica puede proporcionar esquirlas abrasivas que son más agudas que las partículas trituradas, que pueden ser formas mucho más redondeadas y compactas. Las partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas pueden tener una elevada relación dimensional y bordes muy agudos cuando la superficie fracturada 28 satisface las superficies formadas con precisión. De este modo, las esquirlas abrasivas de alfa alúmina tienen un excelente comportamiento cuando se utilizan para fabricar un artículo abrasivo.

Las partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas se calcinan y se sinterizan para formar esquirlas abrasivas de alfa alúmina. Las esquirlas abrasivas de alfa alúmina se pueden fabricar en una amplia gama de tamaños de partículas dependiendo del tamaño de la cavidad moldeada y el número de piezas fracturadas creadas durante la etapa de fracturación del proceso. De forma típica, las esquirlas abrasivas de alfa alúmina tienen un tamaño comprendido de 0,1 a 5000 micrómetros, 1 a 2000 micrómetros, 5 a 1500 micrómetros, o incluso, en algunas realizaciones, de 50 a 1000, o incluso de los 100 a 1000 micrómetros.

Como se describe más completamente en US-2009/0169816 A1, las esquirlas abrasivas de alfa alúmina tienen un comportamiento de molienda superior cuando se comparan con los granos convencionales triturados de alfa-alúmina que tienen el mismo grado abrasivo nominal.

Partículas abrasivas conformadas con una abertura

Con referencia a las Figs. 6A, 6B, y 6C se ilustra una partícula 120 abrasiva conformada ilustrativa con una abertura 122. El material a partir del cual se fabrica la partícula 120 abrasiva conformada con una abertura 122 comprende alfa-alúmina. En general, las partículas 120 abrasivas conformadas con una abertura 122 comprenden cuerpos finos que tienen una primera cara 124, y una segunda cara 126 separadas por una pared lateral 128 y que tiene un espesor t . En algunas realizaciones, la pared lateral 128 se puede minimizar para partículas cuyas caras convergen hasta un borde delgado o punto donde se encuentran en el interior de una pared lateral 128 más gruesa. En una realización, la primera cara 124 es prácticamente plana, la segunda cara 126 es prácticamente plana, o ambas caras son prácticamente planas. En una realización, la primera cara 124 y la segunda cara 126 son prácticamente paralelas entre sí. En otras realizaciones, la primera cara 124 y la segunda cara 126 pueden ser no paralelas de tal forma que una cara está inclinada con respecto a la otra cara, y líneas imaginarias tangentes a cada cara intersectarían en un punto. La pared lateral 128 de la partícula 120 abrasiva conformada con una abertura 122 puede variar y constituye el perímetro 129 de la primera cara 124 y la segunda cara 126. En una realización, el perímetro 129 de la primera cara 124 y la segunda cara 126 se selecciona para tener una forma geométrica, y la primera cara 124 y la segunda cara 126 se seleccionan para tener la misma forma geométrica, aunque, sin embargo, pueden diferir en tamaño, siendo una cara más grande que la otra cara. En una realización, el perímetro 129 de la primera cara 124 y el perímetro 129 de la segunda cara 126 tenía una forma triangular, como se ilustra.

La abertura 122, en una realización, atraviesa completamente a través de la primera cara 124 y la segunda cara 126, como se ve mejor en las Figs. 6B, 6C, y 7. En otras realizaciones, la abertura 122 comprende un agujero ciego que no atraviesa completamente ambas caras. En una realización, el tamaño de la abertura 122 es bastante grande con respecto al área de la primera cara 124 o la segunda cara 126. Como se ve mejor en la Fig. 6A, en una realización, la abertura 122 comprende una forma triangular que se aproxima fielmente a la forma del perímetro 129 de la partícula 120 abrasiva conformada. De este modo, la partícula 120 abrasiva conformada con una abertura 122 comprende una conexión integral de una pluralidad de barras 130 unidas por sus respectivos extremos para formar un polígono cerrado. En otras realizaciones, la abertura 122 puede ser circular, ovalada, o tener otra forma geométrica.

En varias realizaciones de la invención, una relación de abertura del área de la abertura 122 dividido por el área de la cara de la más grande de cualquiera de la primera cara 124 o la segunda cara 126 puede estar entre aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,95, o entre aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,9, o entre aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,7, o entre aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,5. Para los fines de este cálculo, el área de la cara está basada en el área encerrada por el perímetro 129 sin restar ningún área debido a la abertura 122. Como se describirá más adelante, se cree que las partículas abrasivas conformadas que tienen una abertura 122 más grande con respecto al tamaño de la cara tienen un comportamiento de molienda mejorado.

En varias realizaciones de la invención, el área o tamaño de la primera cara 124 y el área o tamaño de la segunda cara 126 son prácticamente iguales. En otras realizaciones de la invención, la primera cara 124 o la segunda cara 126 puede ser menor que la otra cara. Con referencia a las Figs. 6B y 6C, el ángulo de incidencia α entre la segunda cara 126 y la pared lateral 128 de la partícula 120 abrasiva conformada puede variar para cambiar los tamaños relativos de

5 cada cara. En una realización de la invención, el ángulo de incidencia α puede ser de aproximadamente 90 grados de tal forma que el área de ambas caras sea prácticamente igual. En otra realización de la invención, el ángulo de incidencia α puede ser superior a 90 grados de tal forma que el área de la primera cara 124 sea superior al área de la segunda cara 126. En otra realización de la invención, el ángulo de incidencia α puede ser inferior a 90 grados de tal forma que el área de la primera cara 124 sea inferior al área de la segunda cara 126. En otras realizaciones de la invención, el ángulo de incidencia α puede estar entre aproximadamente 95 grados a aproximadamente 130 grados, entre aproximadamente 95 grados a aproximadamente 125 grados, o entre aproximadamente 95 a aproximadamente 115 grados. Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que un ángulo de incidencia diferente a 90 grados da como resultado partículas 120 abrasivas conformadas inclinadas en lugar de tener una orientación de 90 grados hacia el soporte de un artículo abrasivo recubierto ya que la base de la partícula 120 abrasiva conformada en el abrasivo recubierto (pared lateral 128) está en pendiente debido al ángulo de incidencia. Como las partículas 120 abrasivas conformadas están principalmente apuntadas o inclinadas hacia un lado debido a la base inclinada sobre la que se apoyan, pueden tener un ángulo de orientación inferior a 90 grados con respecto al soporte mejorando de este modo las tasas de corte.

15 Las partículas 120 abrasivas conformadas con una abertura 122 pueden tener varias ventajas inesperadas respecto a las partículas abrasivas conformadas intactas y sólidas sin abertura. En primer lugar, las partículas 120 abrasivas conformadas con una abertura 122 tienen una tasa de corte potenciada cuando se comparan con las partículas abrasivas conformadas sólidas. Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que la tasa de corte potenciada es el resultado de una reducción en el tamaño del plano de desgaste a medida que se usa la partícula abrasiva. A medida que una partícula abrasiva conformada se desgasta, de forma típica, aparece un plano de desgaste más ancho y más largo sobre la partícula abrasiva conformada enromando la partícula abrasiva conformada. Por el contrario, a medida que las partículas 120 abrasivas conformadas con una abertura 122 se desgastan, el tamaño del plano de desgaste puede aumentar inicialmente hasta que la partícula abrasiva conformada se desgasta hasta la abertura 122. En ese punto, la presencia de la abertura 122 reduce eficazmente el tamaño total del plano de desgaste creando dos planos de desgaste más pequeños en lugar del único plano de desgaste más grande anteriormente presente. Los planos de desgaste más pequeños recientemente formados vuelven a conformar la partícula 120 abrasiva conformada potenciando su comportamiento con respecto a las partículas abrasivas conformadas sólidas.

30 En segundo lugar, se cree que la abertura 122 de la partícula 120 abrasiva conformada, en algunas realizaciones, puede actuar como depósito para contener más molienda A1d o compuestos de gran tamaño que se pueden situar sobre las partículas abrasivas conformadas sólidas sin una abertura 122. Adicionalmente, como la molienda A1d está presente sobre la superficie y en el centro de la partícula 120 abrasiva conformada con una abertura 122, la molienda A1d está presente tanto durante el uso inicial de la partícula abrasiva y posteriormente a medida que la partícula 120 abrasiva conformada con una abertura 122 se desgasta hasta el depósito de la molienda A1d situado en la abertura 122, mejorando de este modo el comportamiento de corte.

40 Por último, en algunas realizaciones, se cree que la abertura 122 de las partículas 120 abrasivas conformadas puede actuar como un punto de anclaje para fijar más firmemente las partículas 120 abrasivas conformadas a un soporte mediante el uso de un revestimiento de soporte o un revestimiento de apresto reduciendo de este modo la "eliminación de la vaina" de las partículas 120 abrasivas conformadas durante el uso. Cuando las partículas 120 abrasivas conformadas con una abertura 122 se usan para formar un artículo abrasivo revestido, el soporte curado o el revestimiento de apresto puede pasar completamente a través de la partícula 120 abrasiva conformada. De este modo, las partículas 120 abrasivas conformadas con una abertura 122 están unidas más fuertemente al revestimiento cuando se comparan con las partículas abrasivas conformadas sólidas que solamente están unidas mediante adhesión a los lados de las partículas. En esencia, las partículas 120 abrasivas conformadas con una abertura 122 están "cosidas" al revestimiento de soporte o apresto, ya que el revestimiento puede pasar a través de la abertura 122, sujetando de este modo la partícula de una forma más fuerte, en oposición a las partículas abrasivas conformadas sólidas que solamente están adheridas por sus lados.

50 En varias realizaciones de la invención en un artículo abrasivo revestido, la abertura 122 de las partículas 120 abrasivas conformadas con una abertura 122 puede incluir revestimiento de soporte, revestimiento de apresto, revestimiento de gran tamaño, molienda A1d, espacio vacío, o cualquier combinación de estos elementos.

55 La Fig. 7 es una fotografía que compara las partículas 120 abrasivas conformadas cada una con una abertura 122 con partículas 220 abrasivas con forma de plato. La Fig. 8 es una fotografía de una herramienta de producción que tiene una pluralidad de cavidades. Las partículas abrasivas conformadas precursoras se procesan en el molde para inducir la formación de una abertura 122 en cada una de las partículas abrasivas conformadas precursoras a medida que se secan.

60 Partículas abrasivas con forma de plato

65 Con referencia a las Figs. 9, 10, y 11, se ilustra una partícula 220 abrasiva con forma de plato. El material a partir del que se fabrica la partícula 220 abrasiva con forma de plato, las esquirlas abrasivas, o las partículas abrasivas conformadas con una abertura comprende alfa-alúmina. Las partículas de alfa-alúmina se pueden fabricar a partir de una dispersión de óxido de aluminio monohidratado que se gelifica, se moldea para conformación, se seca para retener la forma, se calcina, y a continuación se sinteriza como se analiza más adelante en la presente memoria. La

forma de la partícula abrasiva conformada se retiene sin necesidad de un aglutinante para formar un aglomerado que comprenda partículas abrasivas en un aglutinante a las que se da forma para obtener una estructura conformada.

En general, las partículas 220 abrasivas con forma de plato comprenden cuerpos delgados que tienen una primera cara 224, y una segunda cara 226 separada por una pared lateral 228 que tiene un espesor T variable. En general, el espesor de la pared lateral es mayor en las esquinas de las partículas abrasivas con forma de plato y más fina en los puntos intermedios a lo largo de cada borde. De este modo, T_m es menor que T_c . En algunas realizaciones, la pared lateral 228 es una pared lateral inclinada que tiene un ángulo de incidencia α superior a 90 grados, como se analiza más detalladamente más adelante en la presente memoria. Puede estar presente más de una pared lateral inclinada, y la pendiente o ángulo de incidencia para cada pared lateral inclinada puede ser la misma que la mostrada en las Figs. 9 y 10.

La pared lateral 228 de la partícula 220 abrasiva con forma de plato puede variar en su forma, y constituye el perímetro 229 de la primera cara 224 y la segunda cara 226. En una realización, el perímetro 229 de la primera cara 224 y la segunda cara 226 se seleccionan para tener una forma geométrica, y la primera cara 224 y la segunda cara 226 se seleccionan para tener la misma forma geométrica, aunque, sin embargo, pueden diferir en tamaño, siendo una cara más grande que la otra cara. En una realización, el perímetro 229 de la primera cara 224 y el perímetro 229 de la segunda cara 226 tiene una forma triangular, como se ilustra. En algunas realizaciones, se usa una forma triangular equilátera y, en otras realizaciones, se usa una forma triangular isósceles.

En algunas realizaciones, la primera cara 224 está rebajada y la segunda cara 226 es prácticamente plana. Por rebajada, se entiende que el espesor del interior de la primera cara 224, T_i , es más fino que el espesor de la partícula abrasiva conformada a lo largo del perímetro. En una realización, la cara rebajada tiene una parte central prácticamente plana y esquinas giradas hacia arriba como se muestra. En otras realizaciones, la cara rebajada es prácticamente cóncava. Como se explicará a continuación con mayor detalle, se cree que la cara rebajada está formada por el sol-gel del molde 34 que forma un menisco que sale de la primera cara rebajada como se puede ver mejor a la izquierda de la Fig. 7.

Como se menciona anteriormente, la primera cara 224 está rebajada de tal forma que el espesor, T_c , en las puntas o esquinas 230 tiende a ser mayor que el espesor, T_i , en el interior de la primera cara 224. De este modo, cuando la partícula 220 abrasiva con forma de plato se asienta en la posición de la Fig. 10, las puntas o esquinas 230 están elevadas más altas que el interior de la primera cara 224. Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que la primera cara rebajada 224 mejora la cantidad de material extraído por la partícula 220 abrasiva con forma de plato. En particular, una paleta o una cuchara para helado tiene un extremo con forma cóncava que cava eficazmente el material y extrae una cantidad significativa del material. Una pala es mucho más eficaz que una cuchilla o un cuerpo plano y delgado para excavar y retirar grandes cantidades de material. De manera similar, un cincel con rectificado cóncavo que tiene una superficie cóncava produce un filo más agudo. De forma similar, se cree que situar una superficie rebajada sobre la partícula 220 abrasiva con forma de plato da como resultado un aumento en el comportamiento de molienda de la partícula abrasiva con forma de plato comparado con el de partículas abrasivas conformadas similares que tienen una primera cara plana 224 y una segunda cara plana 226.

Además, se cree que tener una parte interna más fina de la partícula abrasiva conformada puede ayudar en el comportamiento de molienda de la partícula abrasiva con forma de plato cuando se desgasta la esquina o punta aguda girada hacia arriba. Cuando la parte interior es más delgada, entran en juego dos factores que mejoran el comportamiento de molienda. En primer lugar, un plano de desgaste correspondiente generado durante el uso de la partícula abrasiva con forma de plato tendrá menos superficie en comparación con una partícula abrasiva conformada que tenga una sección interior más gruesa. Si una partícula tiene la mitad de espesor que la siguiente partícula, entonces el plano de desgaste resultante tendrá la mitad del tamaño debido al cambio de espesor. En segundo lugar, la parte interior más delgada puede dar como resultado la fractura aumentada de las partículas abrasivas con forma de plato durante el uso, potenciando de este modo la capacidad de la partícula para volver a afilarse a sí misma a través de la mecánica de la fractura. Una partícula más gruesa es menos susceptible a la fractura que una partícula más fina.

En varias realizaciones de la invención, una relación de espesor T_c/T_i puede estar entre 1,25 y 5,00, o entre 1,30 y 4,00, o entre 1,30 y 3,00. Para calcular la relación de espesor, se analizan quince partículas con forma de plato seleccionadas al azar. Se mide la altura de cada esquina de cada partícula y, a continuación, se promedian todas las alturas para determinar una T_c promedio. Por ejemplo, un triángulo tendría tres mediciones de T_c por partícula abrasiva conformada y un total de 45 medidas para usar en la determinación de la T_c promedio. Si la partícula abrasiva conformada es redonda, ovalada o de otra forma que no tenga esquinas o puntas, entonces, se deberán medir tres puntos equidistantes entre sí a lo largo del perímetro para cada partícula abrasiva conformada. A continuación, se mide el espesor más pequeño, T_i , para el interior de la primera cara 224 de cada partícula. Frecuentemente, la translucencia de la partícula abrasiva conformada se puede usar para encontrar el espesor interior mínimo, y se promedian 15 resultados para determinar una T_i promedio. La relación de espesor se determina dividiendo la T_c promedio por la T_i promedio. Se puede usar un microscopio óptico provisto de una plataforma X-Y y una plataforma de medición de la localización vertical para medir los espesores de varias partes de las partículas abrasivas con forma de plato. Se realizaron medidas de las partículas abrasivas con forma de plato triangulares producidas mediante la invención, y se obtuvieron relaciones de espesor entre 1,55 y 2,32, en algunas realizaciones. Se realizaron medidas de las partículas abrasivas conformadas triangulares producidas según el método de la técnica anterior descrito en US-5.366.523 titulada Abrasive Article Containing Shaped Abrasive

Partículas de Rowenhorst y col., y se obtuvieron relaciones de espesor entre 0,94 y 1,15, lo que significa que son básicamente planas, y que es tan probable que sean más gruesas por el centro como que sean ligeramente más delgadas por el centro. Las partículas abrasivas con forma de plato que tienen una relación de espesor superior a 1,20 son estadísticamente diferentes de las partículas de Rowenhorst con un intervalo de confianza del 95 %.

Con referencia a la Fig. 9, un ángulo de incidencia α entre la segunda cara 226 y la pared lateral 228 de la partícula 220 abrasiva con forma de plato puede variar para cambiar los tamaños relativos de cada cara. Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que un ángulo de incidencia diferente a 90 grados da como resultado partículas 220 abrasivas con forma de plato inclinadas en lugar de tener una orientación de 90 grados hacia el soporte en un artículo abrasivo recubierto ya que la base de la partícula 220 abrasiva con forma de plato en el abrasivo recubierto (pared lateral 228) está en pendiente debido al ángulo de incidencia. Como las partículas 220 abrasivas con forma de plato están principalmente apuntadas o inclinadas hacia un lado debido a la base inclinada sobre la que se apoyan, pueden tener un ángulo de inclinación inferior a 90 grados con respecto a la pieza mejorando de este modo las tasas de corte.

En varias realizaciones de la invención, en ángulo de incidencia α puede estar entre aproximadamente 95 grados a aproximadamente 130 grados, o entre aproximadamente 95 a aproximadamente 125 grados, o entre aproximadamente 95 a aproximadamente 120 grados, o entre aproximadamente 95 a aproximadamente 115 grados, o entre aproximadamente 95 a aproximadamente 110 grados, o entre aproximadamente 95 a aproximadamente 105 grados, o entre aproximadamente 95 a aproximadamente 100 grados.

La primera cara 224 que está rebajada da como resultado un ángulo agudo λ entre la pared lateral 228 y la primera cara 224. Esto da a la partícula abrasiva con forma de plato una punta 247 en forma de diente de sierra que realmente excava y extrae material; especialmente, cuando el ángulo de incidencia α es superior a 90 de tal forma que las partículas abrasivas están apuntadas o inclinadas cuando se conforman en una partícula abrasiva revestida.

Para optimizar aún más la orientación inclinada, las partículas abrasivas con forma de plato se aplican en el soporte en una capa abrasiva de revestimiento abierto. Una capa abrasiva de revestimiento cerrado se define como el peso máximo de las partículas abrasivas, o de mezcla de partículas abrasivas, que se puede aplicar a un revestimiento de soporte de un artículo abrasivo en un único paso a través de la conformadora. Una capa abrasiva de revestimiento abierto es una cantidad de partículas abrasivas o una mezcla de partículas abrasivas, que pesa menos que el peso máximo en gramos que se puede aplicar, que se aplica a un revestimiento de soporte de un artículo abrasivo revestido. Una capa abrasiva de revestimiento abierto dará como resultado una cobertura inferior al 100 % del revestimiento de soporte con partículas abrasivas, dejando de este modo áreas abiertas y una capa de resina visible entre las partículas. En varias realizaciones de la invención, el porcentaje de área abierta en la capa abrasiva puede estar entre aproximadamente 10 % a aproximadamente 90 % o entre aproximadamente 30 % a aproximadamente 80 %.

Se cree que, si se aplican demasiadas partículas abrasivas con forma de plato con una pared lateral en pendiente al soporte, aparecerán espacios insuficientes entre las partículas para permitirles apuntar o inclinarse antes de curar los revestimientos de soporte y apresto. En varias realizaciones de la invención, más de 50, 60, 70, 80; o 90 por ciento de las partículas abrasivas con forma de plato del artículo abrasivo revestido que tienen una capa abrasiva de revestimiento abierto apuntan o están inclinadas con un ángulo de orientación β inferior a 90 grados.

En otra realización de las partículas abrasivas con forma de plato, la primera cara 224 puede ser convexa y la segunda cara 226 puede ser cóncava. Estas partículas abrasivas con forma de plato tienen de forma típica un espesor prácticamente constante, y se parecen a una sección triangular extraída de una concha esférica. Con referencia a la Figura 11, se muestra una fotomicrografía de la partícula 220 abrasiva con forma de plato que tiene una segunda cara cóncava 226 y una primera cara convexa 224. Los lados de cada triángulo miden aproximadamente 1,2 mm en el perímetro de la primera cara 224. Las partículas tienen un espesor de aproximadamente 0,35 mm.

Método para fabricar diferentes tipos de partículas abrasivas conformadas

El método para fabricar diferentes tipos de partículas abrasivas conformadas es tal como se define en las reivindicaciones 1 a 16.

El método comprende proporcionar un sol-gel que comprende partículas que se pueden convertir en alfa-alúmina en un líquido, comprendiendo el líquido un componente volátil. La primera etapa del proceso implica proporcionar una dispersión abrasiva sembrada o no sembrada que se puede convertir en alfa-alúmina. La composición precursora de alfa-alúmina comprende frecuentemente un líquido que es un componente volátil. En una realización, el componente volátil es agua. La dispersión abrasiva debe comprender una cantidad suficiente de líquido para que la viscosidad de la dispersión abrasiva sea suficientemente baja para permitir rellenar las cavidades del molde y replicar las superficies del molde, pero no tan líquida como para hacer que la posterior extracción del líquido de la cavidad del molde sea prohibitivamente cara. En una realización, la dispersión abrasiva comprende de 2 al 90 por ciento en peso de las partículas que se pueden convertir en alfa-alúmina, tal como partículas de alfa-óxido de aluminio monohidratado (bohemita), y al menos 10 por ciento en peso, o de 50 por ciento a 70 por ciento, o de 50 por ciento a 60 por ciento, en peso del componente volátil tal como agua. Por el contrario, en algunas realizaciones, la dispersión abrasiva contiene de 30 por ciento a 50 por ciento, o de 40 por ciento a 50 por ciento, en peso de sólidos.

También se pueden usar otros óxidos de aluminio que no sean bohemita. La bohemita se puede preparar por técnicas conocidas o se puede obtener comercialmente. Los ejemplos de bohemita comercial incluyen productos que tienen las marcas registradas “DISPERAL”, y “DISPAL”, ambas comercializadas por Sasol North America, Inc. o “HiQ-40” comercializada por BASF Corporation. Estos óxidos de aluminio monohidratados son relativamente puros, es decir, incluyen relativamente poca cantidad, en su caso, de fases hidrato diferentes a monohidrato, y tienen un área superficial elevada. Las propiedades físicas de las partículas abrasivas conformadas resultantes y el tamaño resultante de las partículas dependerán generalmente del tipo de material utilizado en la dispersión abrasiva.

La dispersión abrasiva está en un estado de sol-gel. En la presente memoria, un “gel” es una red tridimensional de sólidos dispersos en un líquido. La dispersión abrasiva puede contener un aditivo modificante o un precursor de un aditivo modificante. El aditivo modificante puede funcionar para mejorar algunas propiedades deseables de las partículas abrasivas o aumentar la eficacia de la posterior etapa de sinterización. Los aditivos modificantes o los precursores de aditivo modificante pueden estar en la forma de sales solubles, de forma típica, sales solubles en agua. Consisten, de forma típica, en un compuesto que contiene metal y puede ser un precursor de óxido de magnesio, cinc, hierro, silicio, cobalto, níquel, zirconio, hafnio, cromo, itrio, praseodimio, samario, iterbio, neodimio, lantano, gadolinio, cerio, disprosio, erbio, titanio y mezclas de los mismos. Las concentraciones particulares de estos aditivos que pueden estar presentes en la dispersión abrasiva pueden variarse dependiendo de la experiencia en la técnica. Normalmente, la introducción de un aditivo modificante o un precursor de un aditivo modificante provocará la gelificación de la dispersión abrasiva. La gelificación de la dispersión abrasiva también se puede inducir mediante la aplicación de calor durante un periodo de tiempo.

La dispersión abrasiva también puede contener un agente nucleante para potenciar la transformación del óxido de aluminio hidratado o calcinado en alfa-alúmina. Los agentes nucleantes adecuados para esta descripción incluyen partículas finas de alfa-alúmina, alfa-óxido férrico o su precursor, óxidos de titanio y titanatos, óxidos de cromo, o cualquier otro material que nucleee la transformación. La cantidad de agente nucleante, si se utiliza, debería ser suficiente para llevar a cabo la transformación de la alfa-alúmina. La nucleación de este tipo de dispersiones abrasivas se describe en US-4.744.802 de Schwabel.

Se puede añadir un agente peptizante a la dispersión abrasiva para producir un hidrosol o dispersión abrasiva coloidal más estable. Los agentes peptizantes adecuados son ácidos monopróticos o compuestos ácidos tales como el ácido acético, ácido clorhídrico, ácido fórmico, y ácido nítrico. También se pueden utilizar ácidos multipróticos, pero pueden gelificar rápidamente la dispersión abrasiva, haciendo que sea difícil manipular o introducir componentes adicionales en la misma. Algunas fuentes comerciales de bohemita contienen un título de ácido (tal como ácido nítrico o fórmico absorbido) que ayudarán en la formación de una dispersión abrasiva estable.

La dispersión abrasiva se puede formar por cualquier medio adecuado, tales como, por ejemplo, simplemente mezclando óxido de aluminio monohidratado con agua que contiene un agente peptizante o formando una suspensión acuosa de óxido de aluminio monohidratado a la que se añade el agente peptizante. Se pueden añadir desespumantes u otras sustancias químicas adecuadas para reducir la tendencia a formar burbujas o arrastrar aire durante el mezclado. Otras sustancias químicas adicionales, tales como agentes humectantes, alcoholes, o agentes de acoplamiento, se pueden añadir si se desea. El grano abrasivo de alfa-alúmina puede contener sílice y óxido de hierro como se describe en US-5.645.619 de Erickson y col., del 8 de julio de 1997. El grano abrasivo de alfa-alúmina puede contener circonia como se describe en US-5.551.963 de Larmie, del 3 de septiembre de 1996. Como alternativa, el grano abrasivo de alfa-alúmina puede tener una microestructura o aditivos como se describe en US-6.277.161 de Castro, del 21 de agosto de 2001.

La segunda etapa de proceso implica proporcionar un molde 34 que tiene una pluralidad de cavidades 32. La pluralidad de cavidades comprende superficies poliméricas. Con referencia a las Figs. 1, 4, y 8, el molde 34 tiene una superficie 30 inferior generalmente plana y una pluralidad de cavidades 32. La pluralidad de cavidades se puede formar en una herramienta de producción. La herramienta de producción puede ser una cinta, una hoja, una banda continua, un rodillo de revestimiento como un rodillo de rotograbado, un manguito montado sobre un rodillo de revestimiento, o una matriz. La herramienta de producción comprende material polimérico. Los ejemplos de materiales poliméricos adecuados incluyen materiales termoplásticos tales como poliésteres, policarbonatos, poli(étersulfona), poli(metacrilato de metilo), poliuretanos, poli(cloruro de vinilo), poliolefinas, poliestireno, polipropileno, polietileno o combinaciones de los mismos, y materiales termoendurecibles. En una realización, toda la herramienta se fabrica a partir de un material polimérico o termoplástico. En otra realización, las superficies de la herramienta de producción en contacto con el sol-gel durante el secado, tales como las superficies de la pluralidad de cavidades, comprenden materiales poliméricos o termoplásticos y otras partes de la herramienta de producción se pueden fabricar a partir de otros materiales. Se puede aplicar un revestimiento polimérico adecuado a una herramienta metálica para cambiar sus propiedades de tensión superficial, a modo de ejemplo.

Una herramienta polimérica se puede replicar en el exterior de una herramienta maestra de metal. La herramienta maestra tendrá el diseño invertido deseado para la herramienta de producción. La herramienta maestra se puede fabricar de la misma manera que la herramienta de producción. En una realización, la herramienta maestra está hecha de metal, p. ej., níquel, y está pulida con diamante. Una lámina de material polimérico se puede calentar junto con la herramienta maestra de tal forma que el material polimérico se estampe con el diseño de la herramienta maestra presionando ambos entre sí. El material polimérico o termoplástico también se puede extrudir o colar sobre la herramienta maestra y posteriormente presionarse. El material termoplástico se enfría para solidificarse y

producir la herramienta de producción. Si se utiliza una herramienta de producción termoplástica, en ese caso, se debe tener cuidado de no generar demasiado calor que pueda deformar la herramienta de producción termoplástica, limitando su duración. Se encuentra más información relativa al diseño y la fabricación de herramientas de producción o herramientas maestras en las patentes US-5.152.917 (Pieper y col.); US-5.435.816 (Spurgeon y col.); US-5.672.097 (Hoopman y col.); US-5.946.991 (Hoopman y col.); US-5.975.987 (Hoopman y col.); y US-6.129.540 (Hoopman y col.).

El acceso a las cavidades 32 se puede conseguir desde una abertura en la superficie superior 38 o desde una abertura (no se muestra) en la superficie inferior 30. En algunos casos, la cavidad 32 se puede extender a la totalidad del espesor del molde 34. Como alternativa, la cavidad 32 se puede extender solamente a una parte del espesor del molde 34. En una realización, la superficie superior 38 es prácticamente paralela a la superficie inferior 30 del molde 34 y las cavidades tienen una profundidad prácticamente uniforme. Al menos un lado del molde 34, es decir, el lado en el que la cavidad se forma, puede quedar expuesto a la atmósfera circundante durante la etapa en la cual se extrae el componente volátil.

La cavidad 32 tiene una forma tridimensional específica. En una realización, la forma de la cavidad puede describirse como un triángulo, vista desde la parte superior, que tiene una pared lateral 36 en pendiente de tal forma que la superficie inferior 30 de la cavidad es algo más pequeña que la abertura de la superficie superior 38. Se cree que una pared lateral en pendiente permite una eliminación más sencilla de las partículas abrasivas precursoras del molde. En diferentes realizaciones de la descripción, el ángulo predeterminado α puede estar entre aproximadamente 95 grados a aproximadamente 130 grados, o entre aproximadamente 95 grados ya aproximadamente 120 grados tal como 98 grados. En otra realización, el molde 34 comprende una pluralidad de cavidades triangulares. Cada uno de la pluralidad de cavidades triangulares comprende un triángulo equilátero.

De forma alternativa, se pueden usar cavidades de otras formas, tales como, círculos, rectángulos, cuadrados, hexágonos, estrellas, o combinaciones de los mismos todos con una dimensión de profundidad prácticamente uniforme. La dimensión de profundidad es igual a la distancia perpendicular entre la superficie superior 38 al punto más inferior de la superficie inferior 30. Además, una cavidad puede tener la inversa de otras formas geométricas, tales como, por ejemplo, piramidal, troncopiramidal, esfera truncada, esferoide truncado, cónica y troncocónica. La profundidad de una cavidad dada puede ser uniforme o puede variar a lo largo de su longitud y/o anchura. Las cavidades de un molde dado pueden tener la misma forma o formas diferentes.

La tercera etapa de proceso implica llenar las cavidades del molde con la dispersión abrasiva mediante cualquier técnica convencional. En una realización, la superficie superior 38 del molde 34 se recubre con la dispersión abrasiva. La dispersión abrasiva se puede bombear a la superficie superior 38. A continuación, un raspador o barra niveladora se puede usar para forzar la dispersión abrasiva completamente al interior de la cavidad 32 del molde 34. La parte restante de la dispersión abrasiva que no entre en la cavidad 32 debe retirarse de la superficie 38 superior del molde 34 y recircularse. En algunas realizaciones, se puede usar un revestidor de rodillos con cuchilla o una matriz ranurada al vacío. En algunas realizaciones, una pequeña parte de la dispersión abrasiva puede permanecer sobre la superficie superior 38 y, en otras realizaciones, la superficie superior está prácticamente exenta de la dispersión. La presión aplicada por el raspador o barra niveladora es, de forma típica, inferior a 100 MPa (100 psi), o inferior a 0,3 MPa (50 psi), o inferior a 0,07 MPa (10 psi). En algunas realizaciones, la superficie no expuesta de la dispersión abrasiva se extiende prácticamente más allá de la superficie superior 38 para garantizar la uniformidad del espesor de las partículas abrasivas resultantes.

En una realización, las superficies internas de la cavidad, incluida la pared lateral 36 y la superficie inferior 30, están exentas de agentes de liberación del molde. Los agentes de liberación del molde típicos incluyen, por ejemplo, aceites tal como aceite de cacahuete, aceite de pescado, o aceite mineral, siliconas, politetrafluoroetileno, estearato de cinc, y grafito. La ausencia de un agente de liberación del molde ayuda a garantizar que las partículas abrasivas conformadas precursoras se peguen a las paredes de la cavidad a medida que la dispersión abrasiva se seca, agrietándose por tanto al menos la mayoría de las partículas abrasivas conformadas precursoras en el molde. En otras realizaciones, se utiliza un agente de liberación del molde para formar partículas abrasivas conformadas intactas. En general, entre aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 % en peso de agente de liberación del molde, tal como aceite de cacahuete, en un líquido, tal como agua o alcohol, se aplica a las superficies de la herramienta de producción en contacto con el sol-gel de tal forma que entre aproximadamente 0,2 g/m² a aproximadamente 4,7 g/m² (0,1 mg/pulg.² a aproximadamente 3,0 mg/pulg.²), o entre aproximadamente 0,2 g/m² a aproximadamente 7,3 g/m² (0,1 mg/pulg.² a aproximadamente 5,0 mg/pulg.²) del agente de liberación del molde está presente por región unitaria del molde cuando se desea la liberación del molde.

La cuarta etapa de proceso implica controlar la reología del sol-gel del molde para fabricar diferentes tipos de partículas abrasivas conformadas. En particular, los inventores han determinado que la viscosidad del sol-gel, la presencia o ausencia de agente de liberación del molde, y la velocidad de secado interactúan para conformar de forma distintiva la partícula abrasiva final cuando se utiliza un molde polimérico o termoplástico. Al controlar estas variables, la cinética y la termodinámica del sistema están equilibradas, afectando de este modo al tipo de partícula abrasiva conformada producida. De esta manera, exactamente la misma cavidad del molde puede producir esquirlas abrasivas, partículas abrasivas conformadas que tienen una abertura, partículas abrasivas con forma de plato, o partículas abrasivas conformadas que tienen dos caras planas paralelas.

En general, la eliminación del agente de liberación del molde y el uso de un molde polimérico o termoplástico puede dar como resultado la formación de esquirlas abrasivas a medida que el sol-gel se adhiere más al molde y se fractura. En general, usando una liberación del molde y un sol-gel con una tensión de fluencia mayor que se seca más rápidamente tiende a formar un menisco en el molde sol-gel formando una partícula abrasiva con forma de plato. En general, al aumentar la velocidad de secado cuando hay un agente de liberación del molde sobre la superficie del molde polimérico aumentará el tamaño del menisco en contacto con el aire en una partícula abrasiva con forma de plato. La formación de un menisco incluso más grande produce eventualmente una abertura en la partícula abrasiva conformada. La tensión de fluencia del sol-gel (viscosidad máxima como función de la velocidad de cizallamiento) se puede medir usando un reómetro, tal como un instrumento a Bohlin Gemini 200 comercializado por Malvem instruments Ltd, que tiene oficina en Worcestershire, Reino Unido.

La Tabla 1 siguiente relaciona algunos de los parámetros de proceso que se han descubierto que producen los diferentes tipos de partículas abrasivas conformadas. Sin embargo, como el tipo de partícula abrasiva conformada resultante depende de la compleja reología del sol-gel del molde durante el secado, existe algo de solapamiento entre las condiciones del proceso, y es posible que las variables deban ajustarse dependiendo del sol-gel exacto utilizado y de las propiedades de tensión superficial del molde.

Tabla 1: Parámetros típicos del proceso para controlar el tipo de partícula abrasiva

Variable	Partícula abrasiva en forma de plato	Esquirlas abrasivas	Partícula abrasiva conformada con una abertura	Partícula abrasiva conformada con caras paralelas
Liberación del molde	Nada hasta 7,8 g/m ² (5,0 mg/pulg. ²) p. ej., 1,5 g/m ² (1,0 mg/pulg. ²)	Nada hasta < 0,08 g/m ² (0,05 mg/pulg. ²) p. ej., 0,39 g/m ² (0,25 mg/pulg. ²)	0,78 g/m ² hasta 7,8 g/m ² (0,5 mg/pulg. ² hasta 5,0 mg/pulg. ²) p. ej., 0,39 g/m ² (0,25 mg/pulg. ²)	0 g/m ² hasta 7,8 g/m ² (0 mg/pulg. ² hasta 5,0 mg/pulg. ²) p. ej., 0,78 g/m ² (0,5 mg/pulg. ²)
Tensión de fluencia del sol-gel	$\eta > 6000$ p. ej., >12000 Pa.s	$\eta > 1000$ Pa.s p. ej., >6000 Pa.s	$\eta > 4000$ Pa.s p. ej., >8000 Pa.s	$\eta > 4000$ Pa.s p. ej., $\eta > 8000$ Pa.s
Tiempo de secado para permitir el desmoldeo	2 a 7,5 minutos Normalmente, secar más lentamente a temperaturas más bajas p. ej., 2,5 minutos	1,5 a 7,5 minutos p. ej., 2,0 minutos	1,5 a 7,5 minutos De forma típica, secar más rápido a temperaturas más altas p. ej., 2,0 minutos	10 minutos a 24 horas p. ej., 1 hora

Esquirlas abrasivas

Para fabricar esquirlas abrasivas, el sol-gel se fractura durante el secado en el molde. De forma deseable, el componente volátil del sol-gel se elimina mediante evaporación rápida. Se debe eliminar rápidamente una cantidad suficiente del componente volátil de la dispersión abrasiva para conseguir la solidificación rápida de la misma, formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras que se fracturan en al menos dos piezas. Las partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas tienen aproximadamente la misma forma que la cavidad del molde, pero se fracturan en dos o más piezas. Normalmente, hasta 40 por ciento del líquido se elimina de la dispersión abrasiva en esta etapa.

En algunas realizaciones, la eliminación del componente volátil mediante evaporación se produce a temperaturas superiores al punto de ebullición del componente volátil. El límite superior de la temperatura de secado frecuentemente depende del material del que está fabricado el molde. Para herramientas de polipropileno, la temperatura del molde debería ser inferior al punto de fusión del plástico. La temperatura de secado para fracturar al menos una mayoría de las partículas abrasivas conformadas precursoras en al menos dos o más piezas también depende del contenido en sólidos de la dispersión abrasiva y de los componentes volátiles de la dispersión.

En una realización, para una dispersión acuosa de entre aproximadamente 40 a 50 % de sólidos y un molde de polipropileno, las temperaturas de secado pueden estar entre aproximadamente 90 grados a aproximadamente 165 grados C, o entre aproximadamente 105 grados C a aproximadamente 150 grados C, o entre aproximadamente 105 grados C a aproximadamente 120 grados C. Temperaturas más altas pueden fracturar las partículas abrasivas conformadas precursoras más rápido, pero también pueden conducir a la degradación de la herramienta de polipropileno, limitando su duración como molde.

De forma alternativa o combinada con la evaporación rápida, se puede utilizar un aparato mecánico para fracturar las partículas abrasivas conformadas precursoras en al menos dos piezas mientras se encuentran en las cavidades del molde. Por ejemplo, se pueden utilizar un par de rodillos de pinzado para aplicar una fuerza normal al molde para

deflectar y agrietar las partículas abrasivas conformadas precursoras. Los rodillos de pinzado podrían incluir un rodillo estriado o estampado que se carga contra la superficie superior 38 y un rodillo elastomérico que se puede cargar contra la superficie inferior del molde a medida que el molde para por la pinza. Es también posible flexar o doblar bruscamente el molde para agrietar y fracturar las partículas abrasivas conformadas precursoras mientras se encuentran en el molde.

5 Con referencia específicamente a la Fig. 1, se muestra un molde que comprende una pluralidad de cavidades 32. Dentro de las cavidades del molde se encuentra una pluralidad de partículas 23 abrasivas conformadas precursoras. El molde está formado a partir de material de polipropileno. Cada una de las cavidades comprende un triángulo equilátero donde cada lado del triángulo tiene una longitud de aproximadamente 2,8 mm (0,110 pulgadas) (cuando se mide en la superficie superior 38 (Fig. 4). Cada cavidad 32 está diseñada de tal forma que la pared lateral 36 interseca con la superficie inferior 30 en un ángulo predeterminado α de aproximadamente 98 grados. Cada cavidad 32 tiene una profundidad aproximada de 7,1 mm (0,28 pulgadas) cuando se mide perpendicularmente desde la superficie inferior 30 hasta la superficie superior 38.

15 Cada cavidad 32 en el lado izquierdo del molde está recubierta con una capa fina de aceite de cacahuete al 0,1 % en alcohol metílico, que actúa como agente de liberación. Cada cavidad en el lado derecho del molde se dejó sin tratar y estaba exenta de cualesquiera agentes de liberación. La herramienta de producción de polipropileno tratada con aceite de cacahuete al 0,1 % en alcohol metílico tiene una energía superficial de aproximadamente 0,035 N/m (35 dinas/cm), que da como resultado pocas partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas. La herramienta sin tratar que no usaba ningún agente de liberación del molde tenía una tensión de humectación de aproximadamente 0,032 N/m (32 dinas/cm), que da como resultado la fractura de prácticamente todas las partículas abrasivas conformadas precursoras. De forma deseable, la tensión de humectación de la superficie de contacto de la herramienta de producción es inferior a aproximadamente 0,033 N/m (33 dinas/cm). La tensión de humectación se puede medir usando soluciones de ensayo de tensión de humectación fabricadas por Enercon Industries Corporation. Las soluciones de ensayo se aplican usando hisopos de algodón para extender las soluciones sobre las herramientas de producción según la norma ASTI D2578-04a "Standard Test Method for Wetting Tension of Polyethylene and Polypropylene Films."

30 Tras llenar cada cavidad con una dispersión abrasiva, el molde se introdujo en un horno y se calentó a una temperatura de aproximadamente 110 grados C durante un periodo de 45 minutos. Aproximadamente 99,7 % de las partículas abrasivas precursoras en peso del lado derecho del molde de la Fig. 1 se fracturaron en aproximadamente de 2 a 4 piezas, produciendo de este modo una pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas dentro de cada cavidad del molde. Las partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas en el molde se hicieron pasar a través de una punta ultrasónica para extraerlas del molde. Las esquirlas abrasivas resultantes tras la calcinación se cribaron hasta una fracción de tamiz de -35+40 y después se fotografiaron como se muestra en la Fig. 3. Por el contrario, el lado izquierdo del molde de la Fig. 1 cuando se trató con el agente de liberación de aceite de cacahuete y se secó en las mismas condiciones, tuvo aproximadamente un 18 % en peso de las partículas abrasivas fracturadas.

Partículas abrasivas conformadas con una abertura

40 Para producir una abertura 122 en las partículas mientras están en el molde, los componentes volátiles se eliminan a velocidades de evaporación rápidas. Se debe eliminar rápidamente una cantidad suficiente del componente volátil de la dispersión abrasiva para conseguir la solidificación rápida de la misma, formando de este modo un menisco grande que conduce a la formación de una abertura 122.

45 En algunas realizaciones, la eliminación del componente volátil mediante evaporación se produce a temperaturas superiores al punto de ebullición del componente volátil. El límite superior de la temperatura de secado frecuentemente depende del material del que está fabricado el molde. Para la herramienta de polipropileno, la temperatura debería ser inferior al punto de fusión del plástico.

50 En una realización, para una dispersión acuosa de entre aproximadamente 40 a 50 % de sólidos y un molde de polipropileno, las temperaturas de secado pueden estar entre aproximadamente 90 grados C a aproximadamente 165 grados C, o entre aproximadamente 105 grados C a aproximadamente 150 grados C, o entre aproximadamente 105 grados C a aproximadamente 120 grados C. Temperaturas más altas pueden llevar a la formación de aberturas más grandes, pero también pueden conducir a la degradación de la herramienta de polipropileno, limitando su duración como molde.

60 En una realización, se preparó un sol combinando 600 partes de agua desionizada, 24 partes de ácido nítrico 400, 400 partes de alúmina bohémica (DISPERAL, Sasol North America Inc., Houston TX), 45,6 partes de sol de sílice (Nycol 215 de Eka Nobel, Inc. de Augusta, GA), y 76,2 partes de una solución al 9 % de óxido de hierro (como Fe_2O_3) en agua, seguido por una mezcla en un mezclador de alta velocidad durante dos minutos. La mezcla se dejó reposar durante una hora para formar una sol-gel.

65 El sol-gel se aplicó como revestimiento a una herramienta polimérica con aberturas en forma de triángulos equiláteros de aproximadamente 2,286 mm (90 milipulgadas) a cada lado y 0,762 mm (30 milipulgadas) de espesor, forzando el sol-gel al interior de las aberturas con una espátula. La herramienta revestida se fijó un armazón tensor y se introdujo en un horno (LABDRYER LTE, Warner Mathis USA, Inc., Concord, North Carolina) ajustado a 145 grados centígrados,

y el ventilador ajustado a 2000 rpm, para soplar aire sobre la superficie del revestimiento, hasta que la temperatura de la superficie del revestimiento alcanzó 21 grados centígrados. Las partículas secas conformadas resultantes uniformemente tenían aberturas centrales 122 en las mismas, como se muestra en la Fig. 8. Estas partículas abrasivas precursoras se pueden calcinar para producir las partículas 120 abrasivas conformadas con una abertura 122.

5

Partículas abrasivas con forma de plato

En una realización, se fabricó una muestra de sol-gel de bohemita usando la siguiente receta: óxido de aluminio monohidratado en polvo (4824 partes) que tiene la designación comercial "DISPERAL" se dispersó mezclando con alta cizalla una solución que contiene agua (7087 partes) y ácido nítrico acuoso al 70 % (212 partes) durante 13 minutos. El sol-gel resultante se envejeció durante 1 hora antes del revestimiento. El sol-gel se forzó al interior de la herramienta de producción que tiene cavidades del molde de forma triangular de 0,71 mm (28 milipulgadas) de profundidad y 2,8 mm (110 milipulgadas) por cada lado. El ángulo de incidencia α entre la pared lateral y el fondo del molde era de 98 grados. El sol-gel se forzó al interior de las cavidades con una estación de revestimiento provista de matriz ranurada al vacío, de tal forma que todas las aberturas de la herramienta de producción quedaron completamente llenas. Se usó un agente de liberación del molde, aceite de cacahuete al 2 % en agua, sobre la herramienta de producción, para aplicar aproximadamente aproximadamente 1 g/m^2 (1 mg/pulg.^2). La herramienta de producción revestida con sol-gel se hizo pasar a través de un horno de aire de convección de 8,2 metros (27 pies) a 0,05 metros por segundo (10 pies por minuto) ajustado a 135 grados centígrados con un 60 % de la velocidad del aire en la sección de la zona 1 de 4,11 metros (13,5 pies) y a 121 grados centígrados con un 40 % de la velocidad del aire en la sección de la zona 2 de 4,11 metros (13,5 pies). Las partículas abrasivas precursoras con forma de plato se extrajeron de la herramienta de producción haciéndola pasar por una punta ultrasónica. Las partículas abrasivas precursoras con forma de plato se calcinaron a aproximadamente 650 grados centígrados y a continuación se saturaron con una solución mixta de nitrato con la siguiente concentración (indicada en forma de óxido): 1,8 % de cada uno de MgO , Y_2O_3 , Nd_2O_3 y La_2O_3 . El exceso de solución de nitrato se eliminó, y las partículas abrasivas precursoras con forma de plato saturadas se dejaron secar, después de lo cual, las partículas se volvieron a calcinar a 650 grados centígrados y se sinterizaron a aproximadamente 1400 grados centígrados, completando de este modo la formación de partículas abrasivas con forma de plato. Tanto la calcinación como la sinterización se llevaron a cabo usando hornos de tubo giratorio.

Opcionalmente, la quinta etapa de proceso implica extraer la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras de las cavidades del molde. La pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras se puede extraer de las cavidades aplicando los siguientes procesos, solos o combinados, sobre el molde: gravedad, vibración, vibración ultrasónica, vacío, o aire comprimido para extraer las partículas del molde. Si se fabrican partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas, las partículas una vez extraídas de las cavidades se pueden volver a montar como piezas de un rompecabezas para que tengan aproximadamente la misma forma de las cavidades del molde donde se han formado.

Las partículas abrasivas conformadas precursoras se pueden secar adicionalmente fuera del molde. Si la dispersión abrasiva se seca hasta el nivel deseado en el molde, esta etapa de secado adicional no es necesaria. Sin embargo, en algunos casos, puede ser rentable emplear esta etapa de secado adicional para minimizar el tiempo durante el que la dispersión abrasiva permanece en el molde. Normalmente, las partículas abrasivas conformadas precursoras estarán secas durante 10 a 480 minutos, o de 120 a 400 minutos, a una temperatura de 50 grados C a 160 grados 25 C, o de 120 grados C a 150 grados C.

Opcionalmente, la sexta etapa de proceso implica calcinar la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras. Durante la calcinación se eliminan prácticamente todos los materiales volátiles, y los diferentes componentes que están presentes en la dispersión abrasiva se transforman en óxidos de metal. Las partículas abrasivas conformadas precursoras por lo general se calientan a una temperatura de desde 400 grados C a 800 grados C, y se mantiene en este intervalo de temperatura hasta que el agua libre y más del 90 por ciento en peso de cualquier material volátil se eliminan. En una etapa opcional, se puede desear introducir el aditivo modificante mediante un proceso de impregnación. Se puede introducir una sal soluble en agua mediante impregnación en el interior de los poros de las partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas. Entonces, la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras se vuelven a precalcinan. Esta opción se describe detalladamente en la solicitud de patente europea n.º 293.163.

Opcionalmente, la séptima etapa de proceso implica la sinterización de la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas para formar las partículas abrasivas conformadas tales como las esquirlas abrasivas 21, partículas 120 abrasivas conformadas con aberturas 122, o partículas 220 abrasivas con forma de plato. Antes de la sinterización, las partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas no están completamente compactadas y, por tanto, carecen de la dureza deseada para su uso como partículas abrasivas. La sinterización se lleva a cabo mediante el calentamiento de las partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas a una temperatura comprendida de desde 1000 grados C a 1650 grados C, y manteniéndolas en dicho intervalo de temperatura hasta que prácticamente toda la alfa-álumina monohidratada (o equivalente) se haya convertido en alfa-álumina y la porosidad se haya reducido a menos del 15 por ciento en volumen. El tiempo durante el cual las partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas deben estar expuestas a la temperatura de sinterización para conseguir este nivel de conversión depende de varios factores, pero normalmente será entre cinco segundos y 48 horas, de forma típica. En otra realización, la duración de la etapa de sinterización está comprendida entre un minuto y 90 minutos. Después de la sinterización, las partículas abrasivas pueden tener una dureza Vickers de 10 GPa, 16 GPa, 18 GPa, 20 GPa, o superior.

65

Se pueden usar otras etapas para modificar el proceso descrito, tal como calentar rápidamente el material desde la temperatura de calcinación a la temperatura de sinterización, centrifugar la dispersión abrasiva para retirar el lodo, residuo, etc. Además, el proceso se puede modificar combinando dos o más de las etapas del proceso, si se desea.

5 Las etapas del proceso convencionales que se han usado para modificar el proceso de la presente descripción se han descrito más detalladamente en US-4.314.827 de Leitheiser. Además, cualquiera de las partículas abrasivas conformadas puede tener ranuras en una de las caras.

10 Las ranuras se forman mediante una pluralidad de aristas situadas en la superficie inferior de la cavidad del molde, y se ha descubierto que esto facilita la extracción de las partículas abrasivas conformadas precursoras del molde.

Ejemplos

15 Los objetos y ventajas de esta descripción se ilustran adicionalmente en los siguientes ejemplos no limitantes. Los materiales y cantidades particulares de los mismos indicados en dichos ejemplos, así como otras condiciones y detalles, no deben tomarse como una limitación indebida de esta descripción. Salvo que se indique lo contrario, todas las partes, porcentajes, relaciones, etc. en los Ejemplos y en el resto de la memoria descriptiva son en peso.

20 Ejemplo 1 Preparación de esquirlas abrasivas

Se fabricó un gel de bohemita mediante el siguiente procedimiento: óxido de aluminio monohidratado en polvo (1235 partes) que tiene la designación comercial "DISPERAL" se dispersó con mezcla continua en una solución que contiene agua (3026 partes) y ácido nítrico acuoso al 70 % (71 partes). El sol que resultó entonces se calentó a una temperatura de aproximadamente 125 °C en una secadora continua para producir una dispersión de sólidos del 44 %. El sol-gel se forzó al interior de la herramienta de producción que tiene cavidades del molde de forma triangular de 0,71 mm (28 milipulgadas) de profundidad y 2,8 mm (110 milipulgadas) por cada lado. El ángulo de incidencia α entre la pared lateral y el fondo del molde era de 98 grados. Durante la construcción de la herramienta de producción, el 50 % de las cavidades del molde se fabricaron para tener 8 aristas paralelas saliendo desde las superficies inferiores de las cavidades que intersectan con una cara del triángulo en un ángulo de 90 grados. Las aristas paralelas estaban separadas cada 0,277 mm, y la sección transversal de las aristas tenía una forma triangular, con una altura de 0,0127 mm y un ángulo de 45 grados entre las caras de cada arista en la punta, como se describe en la solicitud de patente que tiene el número de expediente del apoderado 64792US002 a la que se ha hecho referencia anteriormente. El sol-gel se forzó al interior de las cavidades con una espátula hasta que todas las aberturas de la herramienta quedaron completamente llenas. No se usó liberación del molde en la herramienta de producción, y la herramienta de producción revestida con el sol-gel se introdujo en un horno de aire de convección ajustado a 110 grados C y se secó durante 40 minutos para fracturar las partículas abrasivas conformadas precursoras mientras se encuentran en las cavidades de la herramienta de producción. Las partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas se extrajeron de la herramienta de producción haciéndola pasar por una punta ultrasónica. Las partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas se calcinaron a aproximadamente 650 grados C y a continuación se saturaron con una solución mixta de nitrato con la siguiente concentración (indicada en óxidos): 1,8 % de cada uno de MgO, Y₂O₃, Nd₂O₃ y La₂O₃. El exceso de solución de nitrato se eliminó, y las partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas saturadas se dejaron secar, después de lo cual, las partículas se volvieron a calentar a 650 grados C y se sinterizaron a aproximadamente 1400 grados C. Tanto la calcinación como la sinterización se llevaron a cabo usando hornos de tubo giratorio. Las esquirlas abrasivas de alfa-alúmina típicas producidas por el método anterior se muestran en la Fig. 3.

Se prepararon muestras de partículas triangulares de alfa-alúmina con forma de plato de una forma similar a la anteriormente descrita salvo que, en este caso, se pulverizó un agente de liberación que consiste en aceite de cacahuete al 0,1 % en alcohol metílico sobre la herramienta de producción antes del llenado. Los triángulos abrasivos de alfa-alúmina típicos producidos según el método se muestran en la Fig. 2. Observando atentamente, es posible ver el resultado del menisco de sol-gel (áreas en las que aparece una línea de reflexión de luz a lo largo del borde) de tal forma que el perímetro de las partículas abrasivas con forma de plato es más grueso que la parte central rebajada o deprimida de la primera cara.

55 Como se analiza más detalladamente en la solicitud provisional pendiente de concesión con la presente US 2009/0169816 A1, las esquirlas abrasivas se comportaron mejor que los granos abrasivos de alfa-alúmina triturados al azar y los triángulos abrasivos producidos según el método descrito en la patente US-5.366.523 de Rowenhorst.

Ejemplo 2 Preparación de partículas abrasivas con forma de plato dopadas con REO

60 Se fabricó una muestra de sol-gel de bohemita usando la siguiente receta: óxido de aluminio monohidratado en polvo (4824 partes) que tiene la designación comercial "DISPERAL" se dispersó mezclando con alta cizalla una solución que contiene agua (7087 partes) y ácido nítrico acuoso al 70 % (212 partes) durante 13 minutos. El sol-gel resultante se envejeció durante 1 hora antes del revestimiento. El sol-gel se forzó al interior de la herramienta de producción que tiene cavidades del molde de forma triangular de 0,71 mm (28 milipulgadas) de profundidad y 2,8 mm (110 milipulgadas) por cada lado. El ángulo de incidencia α entre la pared lateral y el fondo del molde era de 98 grados. Durante la construcción de la herramienta de producción, el 50 % de las cavidades del molde se fabricaron para tener 8 aristas paralelas saliendo

desde las superficies inferiores de las cavidades que intersectan con una cara del triángulo en un ángulo de 90 grados. Las aristas paralelas estaban separadas cada 0,277 mm, y la sección transversal de las aristas tenía una forma triangular, con una altura de 0,0127 mm y un ángulo de 45 grados entre las caras de cada arista en la punta.

5 El sol-gel se forzó al interior de las cavidades con una estación, de revestimiento provista de matriz ranurada al vacío de tal forma que todas las aberturas de la herramienta de producción quedaron completamente llenas. Se revistió un agente de liberación del molde, aceite de cacahuete al 2 % en agua, sobre la herramienta de producción, para aplicar a aproximadamente 1 g/m² (1 mg/pulg.²) de aceite de cacahuete. La herramienta de producción revestida con sol-gel se hizo pasar a través de un horno de aire de convección de 8,2 metros (27 pies) a 0,05 metros por segundo (10 pies por minuto) ajustado a 135 grados centígrados a un 60 % de la velocidad del aire en la sección de la zona 1 de 10 4,11 metros (13,5 pies) y a 121 grados centígrados a un 40 % de la velocidad del aire en la sección de la zona 2 de 4,11 metros (13,5 pies). Las partículas abrasivas conformadas precursoras se extrajeron de la herramienta de producción haciéndola pasar por una punta ultrasónica. Las partículas abrasivas conformadas precursoras se calcinaron a aproximadamente 650 grados centígrados y a continuación se saturaron con una solución mixta de nitrato con la siguiente concentración (indicada en óxidos): 1,8 % de cada uno de MgO, Y₂O₃, Nd₂O₃ y La₂O₃. El exceso de 15 solución de nitrato se eliminó, y las partículas abrasivas conformadas precursoras saturadas se dejaron secar, después de lo cual, las partículas se volvieron a calcinar a 650 grados centígrados y se sinterizaron a aproximadamente 1400 grados centígrados. Tanto la calcinación como la sinterización se llevaron a cabo usando hornos de tubo giratorio.

20

Ejemplo 3 Preparación de partículas abrasivas conformadas dopadas con REO con aberturas

Se siguió el procedimiento anterior para las partículas abrasivas con forma de plato salvo que la herramienta de producción no se volvió a tratar con el agente de liberación del molde de aceite de cacahuete durante el segundo 25 uso. Se creyó que la reducción del aceite de cacahuete presente en las cavidades del molde era la condición para formar una abertura 122 en cada partícula triangular individual. Cada una de las abrasivas conformadas triangulares resultantes tenía una abertura 122 cerca del centro. La Fig. 7 muestra las partículas abrasivas conformadas procedentes de los dos procedimientos de preparación. Las partículas abrasivas con forma de plato tienden a ser más gruesas en las puntas y a lo largo del perímetro y tienen una parte central rebajada o cóncava. Adicionalmente, 30 no todas las partículas con forma de plato de la Fig. 7 se muestran con la cara rebajada visible. Una de las partículas con forma de plato de la esquina superior izquierda se muestra con la segunda cara plana 226 visible.

30

El experto en la técnica puede realizar otras modificaciones y variaciones a la presente descripción, dentro del alcance de la presente descripción, que se define más concretamente en las reivindicaciones adjuntas. Se entiende que los aspectos de las diferentes realizaciones se pueden intercambiar en todo o en parte, o combinarse con otros 35 aspectos de las diferentes realizaciones.

35

La memoria descriptiva anterior, proporcionada para permitir a un experto en la técnica llevar a la practica la descripción reivindicada, no debe tomarse como una limitación del alcance de la descripción, que está definida mediante las reivindicaciones. 40

40

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:
 - 5 proporcionar un molde que tiene una pluralidad de cavidades, comprendiendo la pluralidad de cavidades superficies poliméricas;
llenar la pluralidad de cavidades con un sol-gel, comprendiendo el sol-gel partículas que se pueden convertir en alfa-alúmina en un líquido, comprendiendo el líquido un componente volátil; y
eliminar al menos una parte del componente volátil del sol-gel mientras que el sol-gel se encuentra en la pluralidad de cavidades y controlar la reología del sol-gel en el molde en función de la tensión de fluencia del sol-gel, la presencia o ausencia de agente de liberación del molde y la velocidad de secado,
10 formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras que tienen un tipo seleccionado del grupo que consiste en esquirlas abrasivas, partículas abrasivas conformadas con una abertura, y partículas abrasivas con forma de plato.
 2. El método de la reivindicación 1 que comprende fracturar al menos una mayoría de la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras en al menos dos piezas mientras que la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras se encuentra en el interior de la pluralidad de cavidades,
20 formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas.
 3. El método de la reivindicación 2 que comprende extraer la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas de la pluralidad de cavidades, calcinar la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas calcinadas, y sinterizar la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras fracturadas calcinadas formando de este modo una pluralidad de esquirlas abrasivas de alfa-alúmina.
 4. El método de la reivindicación 2 en donde la fractura comprende secar a una temperatura por encima del punto de ebullición del componente volátil.
 5. El método de la reivindicación 2 en donde el componente volátil comprenden agua y una temperatura de secado está entre aproximadamente 105 grados C a aproximadamente 150 grados C.
 6. El método de la reivindicación 2 en donde la fractura comprende fracturar 75 por ciento a 100 por ciento de la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras en al menos dos piezas.
 7. El método de la reivindicación 2 en donde la pluralidad de cavidades comprende superficies de polipropileno y no se aplica un agente de liberación a la pluralidad de cavidades en el molde.
 8. El método de la reivindicación 7 en donde la fractura comprende secar a una temperatura entre aproximadamente 105 grados C a aproximadamente 120 grados C.
 9. El método de la reivindicación 7 en donde el sol-gel comprende un porcentaje de sólidos entre aproximadamente 30 a aproximadamente 50 por ciento.
 10. El método de la reivindicación 1 que comprende tratar la pluralidad de cavidades con un agente de liberación del molde antes de llenar la pluralidad de cavidades con el sol-gel.
 11. El método de la reivindicación 10 en donde el agente de liberación del molde comprende aceite de cacahuete.
 12. El método de la reivindicación 10 en donde el sol-gel comprende una tensión de fluencia superior a aproximadamente 6000 Pa.s formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas precursoras con forma de plato.
 13. El método de la reivindicación 12 que comprende extraer la pluralidad de partículas abrasivas precursoras con forma de plato de la pluralidad de cavidades, calcinar la pluralidad de partículas abrasivas precursoras con forma de plato, formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas precursoras con forma de plato calcinadas, y sinterizar la pluralidad de partículas abrasivas precursoras con forma de plato calcinadas formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas con forma de plato.
 14. El método de la reivindicación 10 en donde el sol-gel comprende una tensión de fluencia superior a aproximadamente 4000 Pa.s formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras con una abertura.
 15. El método de la reivindicación 14 que comprende extraer la pluralidad de las partículas abrasivas conformadas precursoras con una abertura de la pluralidad de cavidades, calcinar la pluralidad de

partículas abrasivas conformadas precursoras con una abertura formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas con una abertura, y sinterizar la pluralidad de partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas con una abertura formando de este modo una pluralidad de partículas abrasivas conformadas con una abertura.

- 5
16. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2, 8, 12 y 14, en donde la pluralidad de cavidades comprende una forma de triángulo equilátero.

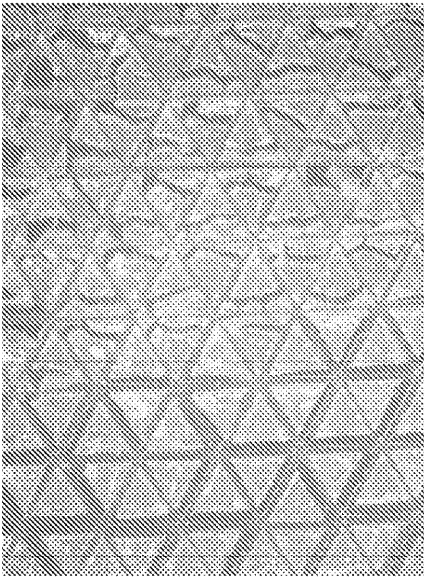


FIG. 1

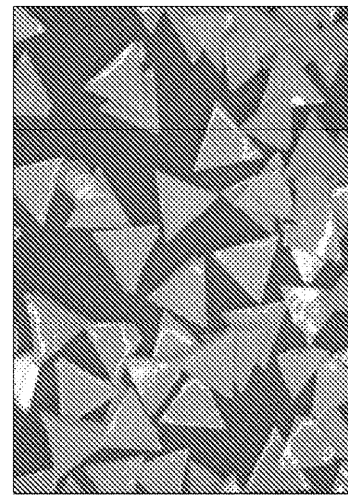


FIG. 2

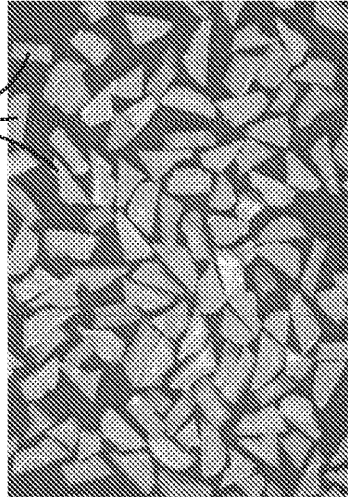


FIG. 3

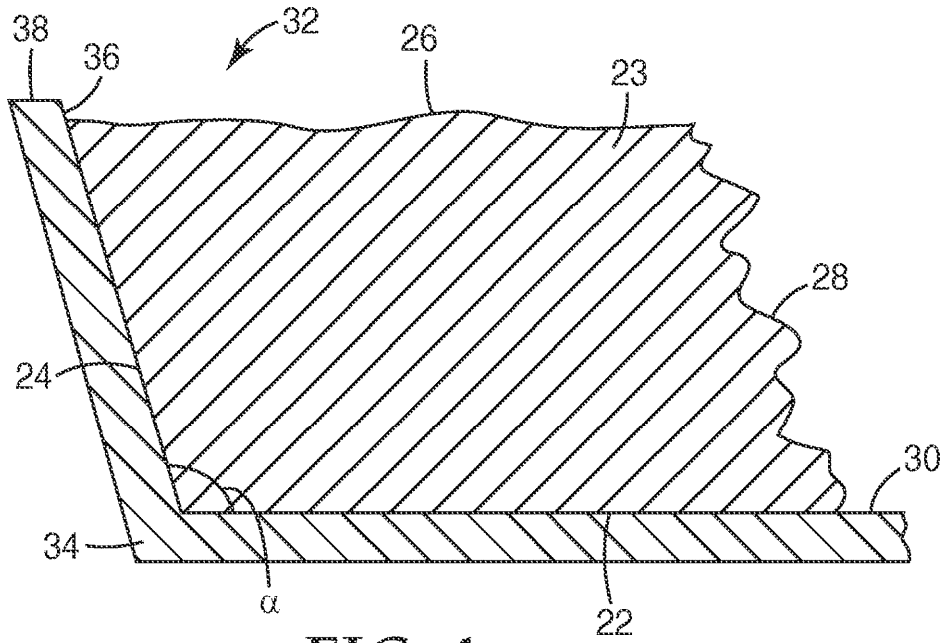


FIG. 4

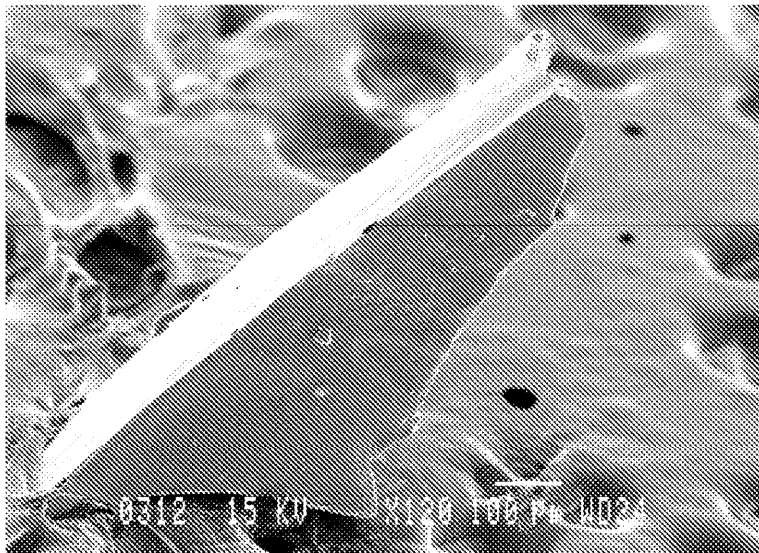


FIG. 5

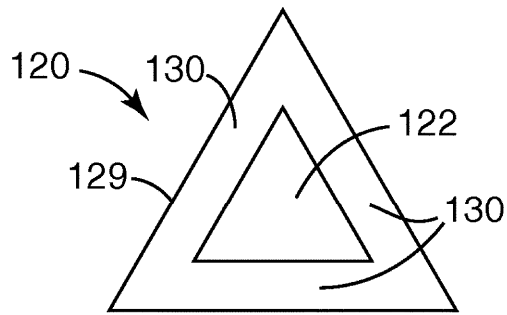


Fig. 6A

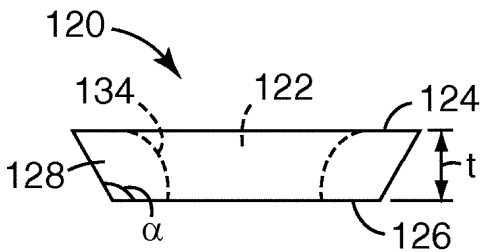


Fig. 6B

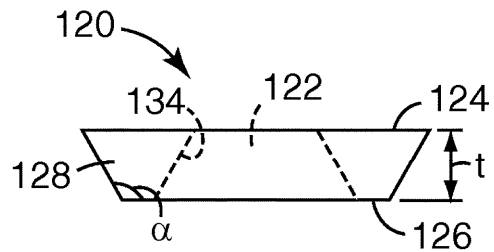


Fig. 6C

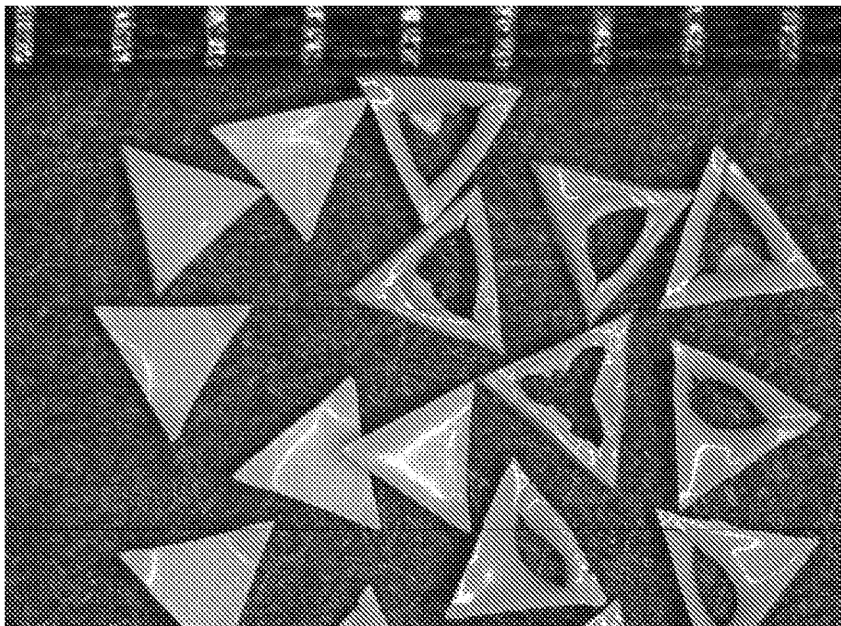


Fig. 7

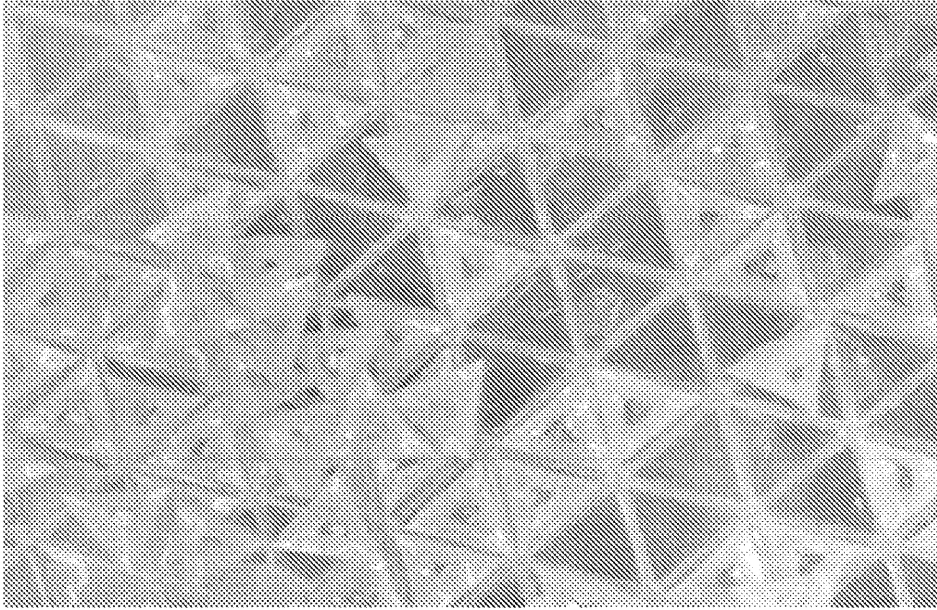


Fig. 8

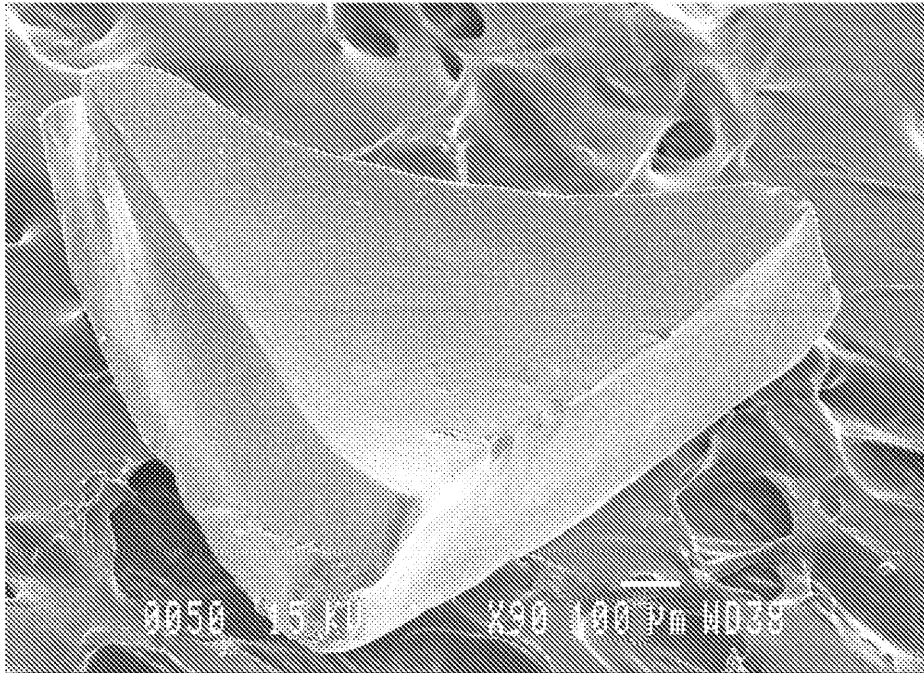


Fig. 11

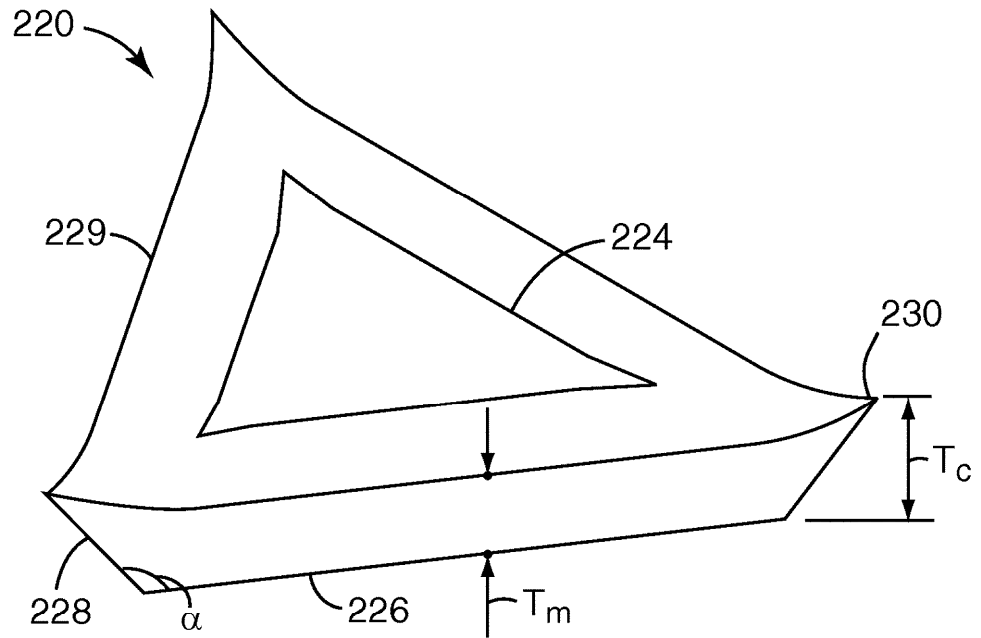


Fig. 9

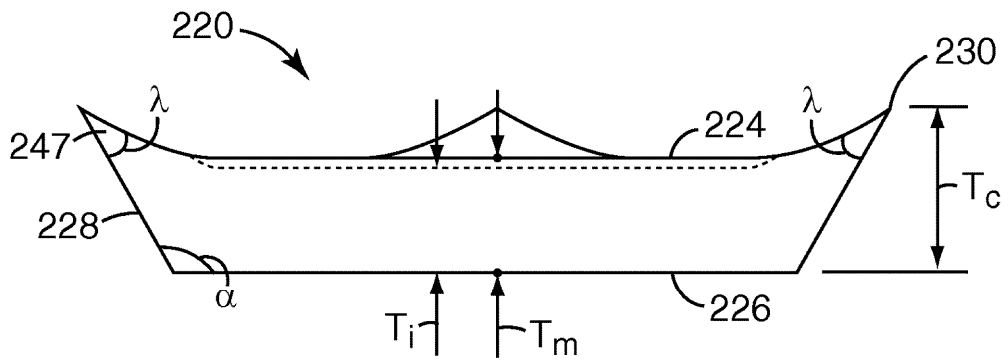


Fig. 10