

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 820 559**

51 Int. Cl.:

**C09K 3/14** (2006.01)

**B24D 3/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2009 E 18180922 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3444313**

54 Título: **Partículas abrasivas con forma de plato con una superficie rebajada**

30 Prioridad:

**17.12.2008 US 336961**

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

**21.04.2021**

73 Titular/es:

**3M INNOVATIVE PROPERTIES CO. (100.0%)  
3M Center P.O. Box 33427  
St. 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 2 820 559 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

Partículas abrasivas con forma de plato con una superficie rebajada

5 **Antecedentes**

Las partículas abrasivas y los artículos abrasivos fabricados a partir de las partículas abrasivas son útiles para pulir, acabar o esmerilar 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 **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. Los inventores han descubierto que al conformar la partícula abrasiva en forma de disco con una superficie rebajada según la reivindicación 1 se producen ventajas de esmerilado inesperadas.

25 Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que la primera cara rebajada o cóncava mejora la cantidad de material extraído por la partícula 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 cara rebajada o cóncava sobre la partícula abrasiva con forma de plato, conformando de este modo una partícula abrasiva con forma de plato, puede mejorar el comportamiento de esmerilado de la partícula abrasiva con forma de plato comparado con el de partículas abrasivas conformadas de manera similar que tienen una primera cara plana y una segunda cara plana.

35 En segundo lugar, al conformar adicionalmente las partículas abrasivas con forma de plato con una pared lateral inclinada, las partículas abrasivas con forma de plato con la pared lateral inclinada tienden a apoyarse sobre el revestimiento de inclusión de un artículo abrasivo revestido en un ángulo que corresponde al ángulo de incidencia de la pared lateral. Se cree que un ángulo de incidencia diferente a  $90^\circ$  da como resultado partículas abrasivas con forma de plato inclinadas en lugar de tener una orientación de  $90^\circ$  hacia el soporte en un artículo abrasivo revestido ya que la pared lateral, sobre la que descansa la partícula abrasiva con forma de plato en el abrasivo revestido, está en pendiente debido al ángulo de incidencia. Como las partículas abrasivas con forma de plato están principalmente apuntadas o inclinadas hacia un lado debido a la base angulada sobre la que se apoyan, pueden tener un ángulo de inclinación menor que  $90^\circ$  con respecto a la pieza mejorando de este modo las tasas de corte. Se cree que este ángulo de inclinación mejora la velocidad de corte de las partículas abrasivas con forma de plato.

45 Por tanto, en una realización, la invención se refiere a partículas abrasivas que comprenden partículas (20) abrasivas con forma de plato; teniendo cada una de las partículas abrasivas con forma de plato una pared lateral (28); comprendiendo cada una de las partículas (20) abrasivas con forma de plato alfa-alúmina; y teniendo cada una de las partículas abrasivas con forma de plato una primera cara (24) y una segunda cara (26) separadas por un espesor variable (T), un perímetro (29) de la primera cara (24) y un perímetro (29) de la segunda cara (26), en donde la primera cara (24) y la segunda cara (26) se seleccionan para tener la misma forma geométrica, aunque pueden diferir en tamaño, siendo una cara más grande que la otra cara, en donde el perímetro (29) comprende una forma triangular; en donde la primera cara (24) está rebajada.

50 **Breve descripción de los dibujos**

El experto en la técnica debe entender que la presente descripción 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.

La Fig. 1A ilustra una vista en perspectiva de una realización de una partícula abrasiva con forma de plato.

60 La Fig. 1B ilustra una vista lateral de la partícula abrasiva con forma de plato de la Fig. 1A.

La Fig. 1C ilustra una vista lateral de un artículo abrasivo revestido fabricado a partir de las partículas abrasivas con forma de plato de la Fig. 1A.

65 Las Figs. 2A-C ilustran fotomicrografías de las partículas abrasivas con forma de plato de la Fig. 1A.

La Fig. 3A ilustra una vista en perspectiva de otra realización de una partícula abrasiva con forma de plato.

La Fig. 3B ilustra una vista lateral de la partícula abrasiva con forma de plato de la Fig. 3A.

5 La Fig. 3C ilustra una vista lateral de un artículo abrasivo revestido fabricado a partir de las partículas abrasivas con forma de plato de la Fig. 3A.

La Fig. 4 ilustra una fotomicrografía de las partículas abrasivas con forma de plato de la Fig. 3A.

10 La Fig. 5 ilustra una fotomicrografía de una partícula abrasiva conformada de la técnica anterior fabricada según la descripción en la patente US-5.366.523 de Rowenhorst y col.

La Fig. 6A ilustra una vista en perspectiva de otra realización de una partícula abrasiva con forma de plato.

15 La Fig. 6B ilustra una vista lateral de la partícula abrasiva con forma de plato de la Fig. 6A.

La Fig. 7 ilustra una vista inferior de otra realización de las partículas abrasivas con forma de plato de las Figs. 1A y 1B que tienen una pluralidad de ranuras en la superficie plana.

20 La Fig. 8 ilustra una vista inferior de otra realización de las partículas abrasivas con forma de plato de las Figs. 3A y 3B que tienen una pluralidad de ranuras en la superficie cóncava.

La Fig. 9 es un gráfico que ilustra la velocidad de corte con respecto al tiempo para las partículas abrasivas con forma de plato.

25 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

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

35 Como se utiliza 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 dispersión abrasiva hasta que se eliminan suficientes componentes volátiles para conseguir la solidificación de la dispersión abrasiva.

40 Como se utiliza en la presente memoria, el término “partícula abrasiva conformada precursora o partícula abrasiva con forma de plato 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 puede extraerse de la cavidad del molde y retener prácticamente su forma moldeada durante las operaciones de procesamiento posteriores.

45 Como se utiliza 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 la solicitud provisional US-61/016965), 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

##### 55 Partículas abrasivas con forma de plato

Con referencia a las Figs. 1A, 1B y 1C, se ilustra una partícula 20 abrasiva con forma de plato. El material a partir del cual se fabrica la partícula 20 abrasiva con forma de plato comprende alfa-alúmina. Las partículas de alfa-alúmina pueden fabricarse a partir de una dispersión de alfa-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 describe 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.

65 En general, las partículas 20 abrasivas con forma de plato comprenden cuerpos finos que tienen una primera cara 24 y una segunda cara 26 separadas por una pared lateral 28 que tiene un espesor variable T. En general, el

espesor de la pared lateral es más grueso en los puntos o esquinas de las partículas abrasivas con forma de plato y más fino en los puntos intermedios de los bordes. De este modo,  $T_m$  es menor que  $T_c$ . En algunas realizaciones, la pared lateral 28 es una pared lateral inclinada que tiene un ángulo de incidencia  $\alpha$  mayor que  $90^\circ$ , como se describe 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 pueden ser iguales a lo mostrado en las Figs. 1A y 1B, o diferentes para cada lado de la partícula abrasiva con forma de plato como se describe en la solicitud de patente en trámite con número de serie US-12/337.075 titulada "Shaped Abrasive Particle With A Sloping Sidewall", presentada el 17 de diciembre de 2008, y que tiene el número de expediente 64869US002.

La pared lateral 28 de la partícula 20 abrasiva con forma de plato puede variar en su forma, y constituye un perímetro 29 de la primera cara 24 y un perímetro 29 de la segunda cara 26. El perímetro 29 de la primera cara 24 y la segunda cara 26 se selecciona para tener una forma geométrica, y la primera cara 24 y la segunda cara 26 se seleccionan para tener la misma forma geométrica, aunque pueden diferir en tamaño, siendo una cara más grande que la otra cara. El perímetro 29 de la primera cara 24 y el perímetro 29 de la segunda cara 26 consisten en una forma triangular, tal 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 24 está rebajada y la segunda cara 26 y la pared lateral 28 son prácticamente planas, como se muestra en las Figs. 2A-2C. Por rebajada, se entiende que el espesor del interior de la primera cara 24,  $T_i$ , es más fino que el espesor de la partícula abrasiva conformada en partes a lo largo del perímetro. En algunas realizaciones, la cara rebajada tiene una parte central prácticamente plana y una pluralidad de puntos invertidos o una pluralidad de esquinas elevadas similares a la Fig. 2A. Cabe destacar en la Fig. 2A que el perímetro de la partícula abrasiva con forma de plato parece ser plano o recto en partes entre los puntos o esquinas invertidos y el espesor  $T_c$  es mucho mayor que  $T_m$ . En otras realizaciones, la cara rebajada es prácticamente cóncava, con tres puntos o esquinas invertidos en analogía a la Fig. 2B y una segunda cara prácticamente plana (la partícula abrasiva conformada es plano-cóncava). Cabe destacar en la Fig. 2B que la diferencia entre  $T_c$  y  $T_m$  es menor y que existe una transición más gradual desde el interior de la primera cara hasta cada punto invertido en comparación con la Fig. 2A. Como se describirá a continuación en mayor detalle, se cree que la cara rebajada está formada por el sol-gel en la cavidad 31 del molde, formando un menisco que sale de la primera cara rebajada como puede verse mejor en la Fig. 1B.

Como se menciona anteriormente, la primera cara 24 está rebajada de tal forma que el espesor,  $T_c$ , en las puntas o esquinas 30 tiende a ser mayor que el espesor,  $T_i$ , en el interior de la primera cara 24. Como tal, los puntos o esquinas 30 se elevan más que el interior de la primera cara 24. Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que la primera cara rebajada 24 mejora la cantidad de material extraído por la partícula 20 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 disponer una superficie rebajada sobre la partícula 20 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 24 y una segunda cara plana 26.

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.

Con referencia a la Fig. 5, se muestra una partícula abrasiva conformada de la técnica anterior producida según la descripción de la patente US-5.366.523. La partícula abrasiva conformada de la técnica anterior tiene una primera cara prácticamente plana y una segunda cara plana, esquinas redondeadas en los vértices del triángulo, y bordes redondeados donde las caras se encuentran con la pared lateral.

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 abrasivas 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. A continuación, se mide el espesor más pequeño,  $T_i$ , para el interior de la primera cara 24 de cada partícula abrasiva conformada. 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 presente descripción, y se obtuvieron relaciones de espesor entre 1,55 y 2,32, en algunas realizaciones. Se realizaron medidas de las partículas conformadas triangulares producidas según el método de la técnica anterior descrito en US-5.366.523 titulada Abrasive Article Containing Shaped Abrasive Particles 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 probable que sean más gruesas en el centro o que sean ligeramente más delgadas en 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. 1B, un ángulo de incidencia  $\alpha$  entre la segunda cara 26 y la pared lateral 28 de la partícula 20 abrasiva con forma de plato puede variar para cambiar los tamaños relativos de cada cara. Como referencia, se muestra una cavidad 31 de molde de un molde 33 con líneas discontinuas para visualizar la forma en que se fabrican las partículas 20 abrasivas con forma de plato. Como se describe en la solicitud de patente en trámite estadounidense con número de serie 12/337.075 titulada "Shaped Abrasive Particle With A Sloping Sidewall" presentada el 17 de diciembre de 2008 con número de expediente 64869US002, se cree que tener un ángulo de incidencia  $\alpha$  mayor que  $90^\circ$  mejora el comportamiento de esmerilado de las partículas abrasivas conformadas. Además, se ha descubierto que un pequeño aumento en el ángulo de incidencia de  $90^\circ$  a  $98^\circ$  dobla la capacidad de corte de las partículas abrasivas conformadas triangulares y la mayor capacidad está presente hasta que el ángulo de incidencia se hace mayor que aproximadamente  $130^\circ$ .

En varias realizaciones de la invención, el ángulo de incidencia  $\alpha$  puede estar entre aproximadamente  $95^\circ$  a aproximadamente  $130^\circ$ , o entre aproximadamente  $95^\circ$  a aproximadamente  $125^\circ$ , o entre aproximadamente  $95^\circ$  a aproximadamente  $120^\circ$ , o entre aproximadamente  $95^\circ$  a aproximadamente  $115^\circ$ , o entre aproximadamente  $95^\circ$  a aproximadamente  $110^\circ$ , o entre aproximadamente  $95^\circ$  a aproximadamente  $105^\circ$ , o entre aproximadamente  $95^\circ$  a aproximadamente  $100^\circ$ .

Con referencia ahora a la Fig. 1C, se muestra un artículo 40 abrasivo revestido que tiene una primera superficie principal 41 de un soporte 42 cubierta por una capa abrasiva. La capa abrasiva comprende un revestimiento 44 de inclusión, y una pluralidad de partículas 20 abrasivas con forma de plato unidas al soporte 42 por el revestimiento 44 de inclusión. Se aplica un revestimiento 46 de apresto para pegar o adherir adicionalmente las partículas 20 abrasivas con forma de plato al soporte 42.

Como se observa, la mayoría de las partículas 20 abrasivas con forma de plato están apuntadas o inclinadas hacia un lado cuando el ángulo de incidencia  $\alpha$  es mayor que  $90^\circ$  formando de este modo una pared lateral inclinada. Esto da como resultado que la mayor parte de las partículas 20 abrasivas con forma de plato que tienen un ángulo de orientación  $\beta$  menor que  $90^\circ$  respecto a la primera superficie principal 41 del soporte 42. Este resultado es inesperado ya que el método de revestimiento electrostático de aplicar las partículas abrasivas con forma de plato con una pared lateral inclinada tiende a orientar originalmente las partículas con un ángulo de orientación  $\beta$  de  $90^\circ$  cuando se aplican primero al soporte. El campo electrostático tiende a alinear las partículas verticalmente cuando se aplican al soporte que está situado encima de las partículas abrasivas con forma de plato con una pared lateral inclinada. Además, el campo electrostático tiende a acelerar e impulsar las partículas hacia el revestimiento de inclusión en la orientación de  $90^\circ$ . En algún punto después de invertir la maya, ya sea antes o después de aplicar el revestimiento 46 de apresto, las partículas bajo la fuerza de gravedad o la tensión superficial de los revestimientos de inclusión y apresto tienden a inclinarse y quedan apoyadas sobre la pared lateral inclinada. Se cree que hay tiempo suficiente en el proceso de fabricación del artículo abrasivo revestido para que las partículas abrasivas con forma de plato se inclinen y queden adheridas al revestimiento de inclusión por la pared lateral inclinada antes de curar y endurecer el revestimiento de apresto, lo que evita cualquier rotación adicional. Como se observa, una vez que las partículas abrasivas con forma de plato con una pared lateral inclinada se aplican y se dejan inclinar, las esquinas 30 más altas tienen un ángulo de inclinación favorable para erosionar una pieza. En particular, la primera cara 24 al estar rebajada da como resultado un ángulo agudo  $\lambda$  entre la pared lateral 28 y la primera cara 24 dando como resultado una punta o esquina muy afilada en lugar de la esquina redondeada de la técnica anterior. Esto proporciona a la partícula abrasiva con forma de plato una punta 47 en forma de diente de sierra que encaja y extrae más material; especialmente cuando el ángulo de incidencia  $\alpha$  es mayor que  $90^\circ$ .

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 inclusión 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 inclusión de un artículo abrasivo revestido. Una capa abrasiva de revestimiento abierto dará como resultado una cobertura inferior al 100 % del revestimiento de inclusión con partículas abrasivas, dejando de este modo áreas abiertas y una capa de resina visible entre las partículas. En varias realizaciones de la descripción, 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 poder apuntarse o inclinarse antes de curar los revestimientos de inclusión y apresto. En varias realizaciones de la invención, más de 50, 60, 70, 80 o 90 % de las partículas abrasivas con forma de plato del artículo abrasivo revestido que tienen una capa abrasiva de revestimiento abierto están apuntadas o inclinadas con un ángulo de orientación  $\beta$  menor que  $90^\circ$ .

Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que un ángulo de orientación  $\beta$  menor que  $90^\circ$  da como resultado un rendimiento de corte mejorado de las partículas abrasivas con forma de plato con una pared lateral inclinada. Sorprendentemente, este resultado tiende a producirse independientemente de la orientación rotacional de las partículas alrededor del eje Z dentro del artículo abrasivo revestido. Aunque la Fig. 1C está idealizada para mostrar todas las partículas abrasivas con forma de plato alineadas en la misma dirección, un disco abrasivo revestido real tendría las partículas abrasivas con forma de plato distribuidas aleatoriamente y rotadas en varias orientaciones con respecto al eje Z. Dado que el disco abrasivo es giratorio y las partículas abrasivas con forma de plato están distribuidas aleatoriamente, algunas partículas se impulsarán contra la pieza atacando inicialmente la primera cara 24 mientras que una partícula abrasiva con forma de plato vecina podría estar girada exactamente  $180^\circ$ , atacando la pieza por la parte posterior de la partícula y la segunda cara 26. Con una distribución aleatoria de las partículas y la rotación del disco, la mitad de las partículas podría atacar inicialmente la pieza por la segunda cara 26 en lugar de la primera cara 24. Sin embargo, para una banda abrasiva que tiene una dirección de rotación definida y un punto de contacto con la pieza definido, puede ser posible alinear las partículas abrasivas con forma de plato con una pared lateral en pendiente de la cinta para garantizar que la pieza se impulse hacia la primera cara 24 en primer lugar, como se idealiza en la Fig. 1C. En la varias realizaciones de la invención, el ángulo de orientación  $\beta$  para la mayoría de las partículas abrasivas con forma de plato con una pared lateral inclinada en una capa abrasiva de un artículo abrasivo revestido puede estar comprendido entre aproximadamente  $50^\circ$  y aproximadamente  $85^\circ$ ; o entre aproximadamente  $55^\circ$  y aproximadamente  $85^\circ$ ; o entre aproximadamente  $60^\circ$  y aproximadamente  $85^\circ$ ; o entre aproximadamente  $65^\circ$  y aproximadamente  $85^\circ$ ; o entre aproximadamente  $70^\circ$  y aproximadamente  $85^\circ$ ; o entre aproximadamente  $75^\circ$  y aproximadamente  $85^\circ$  o entre aproximadamente  $80^\circ$  y aproximadamente  $85^\circ$ .

Con referencia a las Figs. 2A, 2B y 2C, se muestra una fotomicrografía de las partículas 20 abrasivas con forma de plato con una cara rebajada. El ángulo de incidencia  $\alpha$  es aproximadamente  $98^\circ$ , y el perímetro de la partícula abrasiva con forma de plato está comprendido en un triángulo equilátero. Los lados de cada triángulo miden aproximadamente 1,4 mm de longitud en el perímetro de la primera cara 24. Para caracterizar adicionalmente la cara rebajada, la curvatura de la primera cara 24 de las partículas abrasivas con forma de plato se midió ajustando una esfera utilizando un programa de análisis de imágenes adecuado, tal como el programa de regresión no lineal para ajuste de curvas "NLREG", comercializado por Phillip Sherrod, Brentwood, Tennessee, obtenido de [www.NLREG.com](http://www.NLREG.com). Los resultados del análisis de imagen mostraron que el radio de la esfera encajada en la primera cara rebajada puede estar entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 25 mm, o entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 14 mm, o entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 7 mm, cuando el centro de la esfera se alinea verticalmente por encima del punto medio de la primera cara 24. En una realización, el radio de la esfera ajustada a las partículas abrasivas con forma de plato mide 2,0 mm, en otra realización 3,2 mm, en otra realización de 5,3 mm, y en otra realización 13,7 mm.

En las Figuras 3A, 3B y 3C se muestra otra realización de la partícula 20 abrasivas con forma de plato. El material a partir del cual se fabrica la partícula 20 abrasiva con forma de plato comprende alfa-alúmina. En general, las partículas 20 abrasivas con forma de plato comprenden cuerpos delgados que tienen la primera cara 24, y la segunda cara 26 separada por la pared lateral 28 que tiene un espesor T. En general, el espesor de la pared lateral, T, es más uniforme en la segunda realización. De esta forma,  $T_m$  puede ser aproximadamente igual que  $T_c$ . En algunas realizaciones, la pared lateral 28 se forma en un molde que tiene un ángulo de incidencia  $\alpha$  mayor que  $90^\circ$ , como se describe más detalladamente más adelante en la presente memoria.

La pared lateral 28 de la partícula 20 abrasiva con forma de plato puede variar en su forma, y constituye el perímetro 29 de la primera cara 24 y la segunda cara 26. En una realización, el perímetro 29 de la primera cara 24 y la segunda cara 26 se selecciona para tener una forma geométrica, y la primera cara 24 y la segunda cara 26 se seleccionan para tener la misma forma geométrica, aunque pueden diferir en tamaño, siendo una cara más grande que la otra cara. En una realización, el perímetro 29 de la primera cara 24 y el perímetro 29 de la segunda cara 26 consisten en una forma triangular, tal como se ilustra. En algunas realizaciones, se usa una forma triangular equilátera y, en otras realizaciones, se usa una forma triangular isósceles.

En esta realización, la primera cara 24 es convexa y la segunda cara 26 es cóncava (cóncavo-convexa) de forma que la partícula abrasiva con forma de plato comprende prácticamente una sección triangular de una envoltura esférica. Como se describirá a continuación más detalladamente, se cree que la cara convexa se forma por el sol-gel en la cavidad 31 del molde, desprendiéndose de la superficie inferior del molde debido a la presencia de un agente de liberación del molde como aceite de cacahuete durante el secado evaporativo del sol-gel. La reología del sol-gel da como resultado, posteriormente, la formación convexa/cóncava de la primera y segunda caras mientras que el perímetro 29 se conforma en una forma triangular durante el secado evaporativo.

Como se ha mencionado anteriormente, la segunda cara 26 es cóncava y está formada adyacente al fondo de la cavidad 31 del molde. De este modo, cuando la partícula 20 abrasiva con forma de plato se asienta sobre una superficie tal como se coloca en la Fig. 3A, las puntas o esquinas 30 están elevadas más altas que el interior de la segunda cara 26. Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que la segunda cara 26 cóncava mejora la cantidad de material extraído por la partícula 20 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 cóncava sobre la partícula 20 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 24 y una segunda superficie plana 26.

Con referencia ahora a la Fig. 3C, se muestra un artículo 40 abrasivo revestido que tiene la primera superficie 41 principal del soporte 42 cubierto por una capa abrasiva. La capa abrasiva comprende el revestimiento 44 de inclusión, y una pluralidad de partículas 20 abrasivas con forma de plato unidas al soporte 42 por el revestimiento 44 de inclusión. Se aplica un revestimiento 46 de apresto para pegar o adherir adicionalmente las partículas 20 abrasivas con forma de plato al soporte 42.

Para optimizar la orientación del artículo abrasivo revestido, las partículas abrasivas con forma de plato se aplican al 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 inclusión 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 inclusión de un artículo abrasivo revestido. Una capa abrasiva de revestimiento abierto dará como resultado una cobertura inferior al 100 % del revestimiento de inclusión con partículas abrasivas, dejando de este modo áreas abiertas y una capa de resina visible entre las partículas. En varias realizaciones de la descripción, el porcentaje de área abierta en la capa abrasiva puede estar entre aproximadamente 10 % a aproximadamente 90 % o entre aproximadamente 30 % a aproximadamente 80 %.

Con referencia ahora a la Fig. 4, se muestra una fotomicrografía de la partícula 20 abrasiva con forma de plato con una segunda cara cóncava 26. Los lados de cada triángulo miden aproximadamente 1,2 mm en el perímetro de la primera cara 24 y las partículas abrasivas con forma de plato tienen un espesor de aproximadamente 0,35 mm. En varias realizaciones de la invención, el radio de una esfera encajada en la segunda cara cóncava 26 puede estar entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 25 mm, o entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 14 mm, o entre aproximadamente 2 mm y aproximadamente 7 mm, cuando el centro de la esfera se alinea verticalmente por encima del punto medio de la segunda cara.

Con referencia ahora a las Figs. 6A y 6B, en otras realizaciones de la invención, la primera cara 24 y la segunda cara 26 de las partículas 20 abrasivas con forma de plato pueden estar ambas rebajadas. En algunas realizaciones, las partículas abrasivas con forma de plato pueden ser bicóncavas teniendo una primera cara cóncava 24 y una segunda cara cóncava 26. Dichas partículas abrasivas conformadas pueden fabricarse haciendo que la superficie inferior de la cavidad 31 del molde sea convexa de manera que se forme una segunda cara cóncava 26 en la partícula abrasiva conformada. De forma alternativa, se pueden formar otras geometrías estructurales rebajadas sobre la segunda cara 26 mediante el diseño adecuado del contorno de la superficie inferior de la cavidad del molde. Por ejemplo, en la Fig. 6B, la superficie inferior del molde puede tener una parte central prácticamente plana y esquinas rebajadas que forman una pluralidad de puntos invertidos o una pluralidad de esquinas elevadas 30 en la segunda cara 26. En dichas realizaciones, el grado de curvatura o planura de la primera cara 24 puede controlarse en cierta medida por la manera en que las partículas abrasivas con forma de plato se secan, dando como resultado una primera cara rebajada o curvada o una primera cara prácticamente plana.

La forma geométrica del perímetro es triangular. En una realización, se utiliza un triángulo equilátero y en otra realización se utiliza un triángulo isósceles. Además, las diversas paredes laterales de las partículas abrasivas con forma de plato pueden tener el mismo ángulo de incidencia o ángulos de incidencia diferentes.

Además, las partículas abrasivas con forma de plato con una abertura pueden tener una pluralidad de ranuras en una de las caras, como se describe en la solicitud de patente estadounidense con número de serie 61/138.268 titulada "Shaped Abrasive Particles With Grooves", que tiene el número de expediente 64792US002, y presentada el 17 de diciembre de 2008. La pluralidad de ranuras se forma 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. En una realización, la pluralidad de ranuras comprende líneas paralelas que se extienden completamente a través de la segunda cara e intersecan con el perímetro 29 a lo largo de un primer borde en un ángulo de 90°. La pluralidad de geometrías de la sección transversal de una ranura puede ser un triángulo truncado, un triángulo, u otras geometrías como se describe en la solicitud en trámite.

En varias realizaciones de la descripción, la profundidad, D, de la pluralidad de ranuras puede estar comprendida entre aproximadamente 1 micrómetro y aproximadamente 400 micrómetros. Además, una relación de porcentaje

entre la profundidad de la ranura, D, y el espesor de la partícula abrasiva con forma de plato, Tc, (D/Tc expresado en porcentaje) puede ser entre aproximadamente 0,1 % y aproximadamente 30 %, o entre aproximadamente 0,1 % y 20 %, o entre aproximadamente 0,1 % y 10 %, o entre aproximadamente 0,5 % y aproximadamente 5 %.

5 En diversas realizaciones de la descripción, la separación entre cada ranura puede ser entre aproximadamente 1 % y aproximadamente 50 %, o entre aproximadamente 1 % y 40 %, o entre aproximadamente 1 % y 30 %, o entre aproximadamente 1 % y 20 %, o entre aproximadamente 5 % y 20 % de una dimensión de cara, tal como la longitud de uno de los bordes de la partícula abrasiva con forma de plato. En una realización, un triángulo equilátero que  
10 tiene una longitud del lado en la superficie inferior del molde de 2,54 mm y que tiene 8 aristas por cavidad de molde con una separación de 0,277 mm tiene una separación de ranura de 10,9 %. En otras realizaciones de la invención, el número de aristas en la superficie inferior de cada cavidad de molde puede estar entre 1 y aproximadamente 100, o entre 2 y aproximadamente 50, o entre aproximadamente 4 y aproximadamente 25 y formar así una cantidad correspondiente de estrías en las partículas abrasivas con forma de plato.

15 En una realización de la herramienta de producción, se utilizaron cavidades del molde de forma triangular de 0,71 mm (28 milésimas de pulgada) de profundidad y 2,8 mm (110 milésimas de pulgada) por cada lado. El ángulo de incidencia  $\alpha$  entre la pared lateral y el fondo del molde era de 98°. La herramienta de producción se fabricó para tener 50 % de las cavidades de molde con 8 aristas paralelas ascendiendo desde las superficies inferiores de las cavidades que intersecan con un lado del triángulo en un ángulo de 90°, mientras que las  
20 cavidades restantes tenían una superficie del molde inferior lisa. 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° 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. Con referencia ahora a la Fig. 7, se muestra una fotomicrografía de las partículas abrasivas con forma de plato producidas a partir de la herramienta de producción descrita que muestra una pluralidad de ranuras paralelas en la segunda  
25 cara 26 correspondientes a las partículas abrasivas con forma de plato de la Fig. 1A. Con referencia ahora a la Fig. 8, se muestra una fotomicrografía de las partículas abrasivas con forma de plato producidas a partir de la herramienta de producción descrita que muestra una pluralidad de ranuras paralelas en la segunda cara 26 correspondientes a las partículas abrasivas con forma de plato de la Fig. 3A. Dado que las ranuras están en la  
30 cara cóncava, es evidente que esta cara estaba originalmente en contacto con la superficie inferior plana del molde y a continuación se volvieron cóncavas en algún momento durante el proceso de secado después de que el sol-gel se hubiera secado lo suficiente para retener la impresión de las aristas en la superficie inferior.

Las partículas 20 abrasivas con forma de plato pueden tener diversas relaciones dimensionales volumétricas. La relación dimensional volumétrica se define como el cociente entre el área de sección transversal máxima que pasa a través del  
35 centroide de un volumen dividido por el área de sección transversal mínima que pasa a través del centroide. Para algunas formas, el área de sección transversal máxima o mínima puede ser un plano inclinado, angulado o ladeado con respecto a la geometría externa de la forma. Por ejemplo, una esfera tendría una relación dimensional volumétrica de 1,000, mientras que un cubo tendrá una relación dimensional volumétrica de 1,414. Una partícula abrasiva conformada en forma de triángulo equilátero que tiene cada lado igual que la longitud A y un espesor uniforme igual que A tendrá una relación  
40 dimensional volumétrica de 1,54, y si el espesor uniforme se reduce a 0,25A, la relación dimensional volumétrica se aumenta a 2,64. Se cree que las partículas abrasivas con forma de plato que tienen una relación dimensional volumétrica más grande tienen un rendimiento de corte mejorado. En diversas realizaciones de la invención, la relación dimensional volumétrica para las partículas abrasivas con forma de plato puede ser mayor que aproximadamente 1,15, o mayor que aproximadamente 1,50, o mayor que aproximadamente 2,0, o entre aproximadamente 1,15 y aproximadamente 10,0, o entre aproximadamente 1,20 y aproximadamente 5,0, o entre aproximadamente 1,30 y aproximadamente 3,0.

Las partículas 20 abrasivas con forma de plato fabricadas según la presente descripción se pueden incorporar a un artículo abrasivo, o se pueden utilizar en forma suelta. Las partículas abrasivas se clasifican, generalmente, según  
50 una distribución de tamaño de partícula dada antes de su uso. Estas distribuciones tienen de forma típica una gama de tamaños de partícula, desde partículas gruesas hasta partículas finas. En la técnica de los abrasivos, esta gama se conoce a veces como fracciones “gruesas”, “control” y “fina”. Las partículas abrasivas clasificadas según las normas de clasificación aceptadas por la industria de los abrasivos especifican la distribución del tamaño de partícula para cada clasificación nominal dentro de límites numéricos. Estas normas de clasificación aceptadas por la  
55 industria (es decir, la clasificación nominal especificada por la industria de los abrasivos) incluyen las conocidas como las normas del American National Standards Institute, Inc. (ANSI), las normas de la Federation of European Producers of Abrasive Products (FEPA) y las normas del Japanese Industrial Standard (JIS).

Las designaciones de clasificación (es decir, las clasificaciones nominales especificadas) de ANSI incluyen: ANSI  
60 4, ANSI 6, ANSI 8, ANSI 16, ANSI 24, ANSI 36, ANSI 40, ANSI 50, ANSI 60, ANSI 80, ANSI 100, ANSI 120, ANSI 150, ANSI 180, ANSI 220, ANSI 240, ANSI 280, ANSI 320, ANSI 360, ANSI 400 y ANSI 600. Las designaciones de clasificación de la FEPA incluyen P8, P12, P16, P24, P36, P40, P50, P60, P80, P100, P120, P150, P180, P220, P320, P400, P500, P600, P800, P1000 y P1200. Las designaciones de clasificación de la JIS incluyen JIS8, JIS12, JIS16, JIS24, JIS36, JIS46, JIS54, JIS60, JIS80, JIS100, JIS150, JIS180, JIS220, JIS240, JIS280,  
65 JIS320, JIS360, JIS400, JIS600, JIS800, JIS 1000, JIS 1500, JIS2500, JIS4000, JIS6000, JIS8000 y JIS10.000.

De forma alternativa, las partículas 20 abrasivas con forma de plato pueden clasificarse con una dureza nominal evaluada por tamizado utilizando tamices de ensayo estándares en los EE. UU. según la norma ASTM E-11 "Especificación estándar para telas metálicas y tamices para realizar ensayos". La norma ASTM E-11 indica los requisitos de diseño y construcción de los tamices de prueba utilizando un medio de tela metálica tejida montada sobre un bastidor para la clasificación de materiales según un tamaño de partículas designado. Una designación típica puede representarse como 1820, que significa que las partículas 20 abrasivas con forma de plato pasan a través de un tamiz de prueba que cumple con las especificaciones de la norma ASTM E-11 con el número de tamiz 18 y quedan retenidas sobre un tamiz de prueba que cumple con las especificaciones de la norma ASTM E-11 con el número de tamiz 20. En una realización, las partículas 20 abrasivas con forma de plato tienen un tamaño de partícula tal que la mayoría de las partículas atraviesan un tamiz de prueba de malla 18 y pueden quedar retenidas sobre un tamiz de prueba de malla 20, 25, 30, 35, 40, 45 o 50. En varias realizaciones de la descripción, las partículas 20 abrasivas con forma de plato pueden tener una clasificación nominal por tamices que comprende: -18+20, -20+25, -25+30, -30+35, -35+40, -40+45, -45+50, -50+60, -60+70, -70+80, -80+100, -100+120, -120+140, -140+170, -170+200, -200+230, -230+270, -270+325, -325+400, -400+450, -450+500, o -500+635.

En un aspecto, la presente descripción proporciona una pluralidad de partículas abrasivas que tienen una dureza nominal o dureza nominal evaluada por tamizado especificada en la industria de los abrasivos, en donde al menos una porción de la pluralidad de partículas abrasivas son partículas 20 abrasivas con forma de plato. En otro aspecto, la descripción proporciona un método que comprende clasificar las partículas 20 abrasivas con forma de plato fabricadas según la presente descripción para proporcionar una pluralidad de partículas 20 abrasivas con forma de plato que tienen una dureza nominal de o una dureza nominal evaluada por tamizado especificada en la industria de los abrasivos.

Si se desea, las partículas 20 abrasivas con forma de plato que tienen una dureza nominal de o una dureza nominal evaluada por tamizado especificada en la industria de los abrasivos se pueden mezclar con otras partículas abrasivas o no abrasivas conocidas. En algunas realizaciones, al menos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, o incluso 100 % en peso de la pluralidad de partículas abrasivas que tienen una dureza nominal o una dureza nominal evaluada por tamizado especificada en la industria de los abrasivos son partículas 20 abrasivas con forma de plato fabricadas según la presente descripción, basado en el peso total de la pluralidad de partículas abrasivas.

Las partículas adecuadas para mezclar con las partículas 20 abrasivas con forma de plato incluyen granos abrasivos convencionales, granos de diluyente, o aglomerados erosionables, tales como los descritos en las patentes US-4.799.939 y US-5.078.753. Ejemplos representativos de granos abrasivos convencionales incluyen óxido de aluminio fundido, carburo de silicio, granate, aluminocirconita fundida, nitruro de boro cúbico, diamante, y similares. Ejemplos representativos de granos de diluyente incluyen mármol, yeso y vidrio. En los artículos de la presente invención se pueden utilizar mezclas de partículas 20 abrasivas con forma de plato (triángulos y cuadrados para el ejemplo) o mezclas de partículas 20 abrasivas con forma de plato con caras rebajadas y caras cóncavas, por ejemplo.

Las partículas 20 abrasivas con forma de plato también pueden tener un revestimiento de superficie. Se sabe que los revestimientos de superficie mejoran la adhesión entre los granos abrasivos y el aglutinante en artículos abrasivos o pueden utilizarse para ayudar en la deposición electrostática de las partículas 20 abrasivas con forma de plato. Dichos revestimientos de superficie se han descrito en las patentes US-5.213.591; US-5.011.508; US-1.910.444; US-3.041.156; US-5.009.675; US-5.085.671; US-4.997.461; y US-5.042.991. Además, el revestimiento de superficie puede evitar que las partículas abrasivas con forma de plato tengan una protección terminal. La protección terminal es el término para describir el fenómeno por el cual las partículas metálicas de la pieza de trabajo que está esmerilando quedan soldadas a las partes superiores de las partículas abrasivas. Los revestimientos de superficie para realizar las funciones anteriores son conocidos por los expertos en la materia.

#### Artículo abrasivo que tiene partículas abrasivas con forma de plato

Con referencia a las Figs. 1C y 3C, un artículo 40 abrasivo revestido comprende un soporte 42 que tiene una primera capa de aglutinante, a continuación en la memoria el revestimiento 44 de inclusión, aplicado sobre una primera superficie principal 41 del soporte 42. Unida o parcialmente incrustada en el revestimiento 44 de inclusión hay una pluralidad de partículas 20 abrasivas con forma de plato que forman una capa abrasiva. Sobre las partículas 20 abrasivas con forma de plato hay una segunda capa de aglutinante, a continuación en la memoria el revestimiento 46 de apresto. El fin del revestimiento 44 de inclusión es fijar las partículas 20 abrasivas con forma de plato al soporte 42 y el fin del revestimiento 46 de apresto es reforzar las partículas 20 abrasivas con forma de plato.

El revestimiento 44 de inclusión y el revestimiento 46 de apresto comprenden un adhesivo resinoso. El adhesivo resinoso del revestimiento 44 de inclusión puede ser igual o diferente al del revestimiento 46 de apresto. Los ejemplos de adhesivos resinosos adecuados para estos revestimientos incluyen resinas fenólicas, resinas epoxídicas, resinas de urea-formaldehído, resinas de acrilato, resinas de aminoplasto, resinas de melamina, resinas epoxídicas acriladas, resinas de uretano y combinaciones de las mismas. Además del adhesivo resinoso, el revestimiento 44 de inclusión o el revestimiento 46 de apresto, o ambos revestimientos, pueden también comprender aditivos que son conocidos en la técnica, tales como, por ejemplo, cargas, auxiliares de esmerilado, agentes humectantes, tensioactivos, colorantes, pigmentos, agentes de acoplamiento, promotores de adhesión y combinaciones de los mismos. Los ejemplos de cargas incluyen carbonato de calcio, sílice, talco, arcilla, metasilicato cálcico, dolomita, sulfato de aluminio y combinaciones de los mismos.

Puede aplicarse un auxiliar de esmerilado al artículo abrasivo revestido. Un auxiliar de esmerilado se define como material en forma de partículas cuya adición tiene un efecto significativo en los procesos químicos y físicos de abrasión, lo que da como resultado un rendimiento mejorado. Los auxiliares de esmerilado abarcan una amplia variedad de materiales diferentes y pueden ser inorgánicos u orgánicos. Los ejemplos de grupos químicos de auxiliares de esmerilado incluyen ceras, compuestos haluro orgánicos, sales de haluro, y metales y sus aleaciones. Los compuestos haluro orgánicos se descompondrán de forma típica durante la abrasión y liberarán un ácido de halógeno o un compuesto de haluro gaseoso. Los ejemplos de estos materiales incluyen ceras cloradas, tales como tetracloronaftaleno, pentacloronaftaleno; y cloruro de polivinilo. Los ejemplos de sales de haluro incluyen cloruro sódico, criolita potásica, criolita sódica, criolita amónica, tetrafluorocarbonato potásico, tetrafluorocarbonato sódico, fluoruro de silicio, cloruro potásico, cloruro magnésico. Los ejemplos de metales incluyen estaño, plomo, bismuto, cobalto, antimonio, cadmio, hierro y titanio. Otros auxiliares de esmerilado incluyen azufre, compuestos de azufre orgánicos, grafito y sulfuros metálicos. También está dentro del alcance de la presente descripción el uso de una combinación de diferentes auxiliares de esmerilado; en algunos casos, esto puede producir un efecto sinérgico. En una realización, el auxiliar de esmerilado es criolita o tetrafluoroborato potásico. La cantidad de dichos aditivos puede ajustarse para obtener las propiedades deseadas. También está dentro del alcance de la presente descripción el uso de un revestimiento de superapresto. El revestimiento de superapresto contiene de forma típica un aglutinante y un auxiliar de esmerilado. Los aglutinantes pueden estar formados de materiales tales como resinas fenólicas, resinas de acrilato, resinas epoxídicas, resinas de urea-formaldehído, resinas de melamina, resinas de uretano, y combinaciones de las mismas.

Dentro del ámbito de la presente invención también está incluido que las partículas 20 abrasivas con forma de plato puedan utilizarse en un artículo abrasivo unido, un artículo abrasivo no tejido o cepillos abrasivos. Un abrasivo unido puede comprender una pluralidad de partículas 20 abrasivas con forma de plato unidas entre sí por medio de un aglutinante para formar una masa con forma. El aglutinante de un abrasivo unido puede ser metálico, orgánico o vítreo. Un abrasivo no tejido comprende una pluralidad de partículas 20 abrasivas con forma de plato unidas en una banda fibrosa no tejida por medio de un aglutinante orgánico.

#### Método para las partículas abrasivas con forma de plato

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 debería 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 reproducir 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 % 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 % en peso, o de 50 % a 70 %, o de 50 % a 60 %, en peso del componente volátil tal como agua. Por el contrario, en algunas realizaciones, la dispersión abrasiva contiene de 30 % a 50 %, o de 40 % a 50 %, 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 "HI-Q40" 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 20 abrasivas con forma de plato resultantes y el tamaño resultante de las partículas dependerán generalmente del tipo de material utilizado en la dispersión abrasiva.

En una realización, la dispersión abrasiva se encuentra en un estado de gel. Como se utiliza 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. De forma típica, 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 bohemia 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 del proceso implica proporcionar un molde 33 que tiene al menos una cavidad 31 de molde y, preferiblemente, una pluralidad de cavidades. El molde puede tener una superficie inferior generalmente plana y una pluralidad de cavidades de molde. 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 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 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. La lámina de material polimérico o termoplástico 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. Un 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 puede conseguirse desde una abertura en la superficie superior o desde una abertura (no se muestra) en la superficie inferior. En algunos casos, la cavidad puede extenderse a la totalidad del espesor del molde. Como alternativa, la cavidad puede extenderse solamente a una parte del espesor del molde. En una realización, la superficie superior es prácticamente paralela a la superficie inferior del molde y las cavidades tienen una profundidad prácticamente uniforme. Al menos un lado del molde, 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 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 en pendiente de tal forma que la superficie inferior de la cavidad es algo más pequeña que la abertura de la superficie superior. 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  $\alpha$  puede estar entre aproximadamente  $95^\circ$  a aproximadamente  $130^\circ$ , o entre aproximadamente  $95^\circ$  a aproximadamente  $120^\circ$  tal como  $98^\circ$ . En otra realización, el molde 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 que la distancia perpendicular desde la superficie superior al punto más inferior de la superficie inferior. 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.

5 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 del molde se reviste con la dispersión abrasiva. La dispersión  
 10 abrasiva se puede bombear a la superficie superior. A continuación, un raspador o barra niveladora puede utilizarse para forzar la dispersión abrasiva completamente al interior de la cavidad del molde. La parte restante de la dispersión abrasiva que no entre en la cavidad debe retirarse de la superficie superior del molde y recircularse. En algunas realizaciones, se  
 15 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 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, menor que 0,7 MPa (100 psi), o menor que 0,3 MPa (50 psi), o menor que 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 para garantizar la uniformidad del espesor de las partículas abrasivas resultantes.

En una realización, las superficies internas de la cavidad, incluida la pared lateral y la superficie inferior están revestidas con un agente de liberación del molde. Los agentes de liberación del molde típicos incluyen, por ejemplo, aceites tal como  
 20 aceite de cacahuete, aceite de pescado, o aceite mineral, siliconas, politetrafluoroetileno, estearato de cinc, y grafito.

La cuarta etapa de proceso implica controlar la reología del sol-gel del molde para fabricar diferentes tipos de partículas abrasivas con forma de plato. En particular, los inventores han afirmado que la ausencia o presencia de un agente de liberación del molde contribuye al tipo de partícula abrasiva con forma de plato producida. Cuando no se utiliza ningún agente de liberación del molde, o está presente una pequeña cantidad de agente de liberación del molde sobre las  
 25 superficies de la herramienta en contacto con el sol-gel, el sol-gel tiende a humedecer las superficies de la herramienta y formar un menisco en la primera cara 24. Cuando hay más agente de liberación del molde o hay un exceso de agente de liberación del molde sobre las superficies de la herramienta en contacto con el sol-gel, las partículas abrasivas conformadas precursoras tienden a liberarse de la superficie inferior del molde durante el secado, formando así caras convexas/cóncavas en las partículas abrasivas con forma de plato. En general, entre aproximadamente 0,0 % y  
 30 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 0,0 mg/in<sup>2</sup> y aproximadamente 3,0 mg/in<sup>2</sup>, o aproximadamente 0,1 mg/in<sup>2</sup> a aproximadamente 5,0 mg/in<sup>2</sup> del agente de liberación del molde está presente por unidad de área del molde cuando se desea una liberación del molde.

35 La quinta etapa de proceso implica extraer la pluralidad de partículas abrasivas con forma de plato precursoras de las cavidades del molde. La pluralidad de partículas abrasivas con forma de plato precursoras puede extraerse 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.

40 Las partículas abrasivas con forma de plato precursoras pueden secarse 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. De forma típica, las partículas abrasivas con forma de plato precursoras se secarán de 10 a 480 minutos, o de 120 a 400 minutos, a una temperatura de 50 °C a 160 °C, o de 120 °C a 150 °C.

45 La sexta etapa de proceso implica calcinar la pluralidad de partículas abrasivas con forma de plato 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 con forma de plato precursoras por lo general se calientan a una temperatura de 400 °C a 800 °C, y se mantiene en este intervalo de temperatura hasta que el agua libre y más del 90 % en peso de cualquier material volátil unido se eliminan. En una etapa opcional, se puede desear introducir el aditivo modificante mediante un proceso de impregnación. Puede introducirse una sal soluble en agua mediante impregnación en el interior de los poros de las partículas abrasivas con forma de plato precursoras calcinadas. A continuación, la pluralidad de partículas abrasivas con forma de plato precursoras se vuelven a precalcinan. Esta opción se describe detalladamente en la solicitud de patente EP-293.163.

50 La séptima etapa del proceso implica la sinterización de la pluralidad de partículas abrasivas con forma de plato precursoras calcinadas. Antes de la sinterización, las partículas abrasivas con forma de plato 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 con  
 55 forma de plato precursoras calcinadas a una temperatura de 1000 °C a 1650 °C, y manteniéndolas en dicho intervalo de temperatura hasta que prácticamente toda la alfa-alúmina monohidratada (o equivalente) se haya convertido en alfa-alúmina y la porosidad se haya reducido a menos del 15 % en volumen. El tiempo durante el cual las partículas abrasivas con forma de plato precursoras calcinadas deben estar expuestas a la temperatura de sinterización para conseguir este nivel de conversión depende de varios factores, pero normalmente será de cinco segundos a 48 horas, de forma típica. En otra realización, la duración de la etapa de sinterización está  
 60  
 65

comprendida entre un minuto y 90 minutos. Después de la sinterización, las partículas abrasivas con forma de plato pueden tener una dureza Vickers de 10 GPa, 16 GPa, 18 GPa, 20 GPa, o superior.

5 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. 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. Se describe más información relativa a los métodos para  
10 fabricar partículas abrasivas conformadas en la solicitud de patente en trámite estadounidense con número de serie 12/337.001 titulada "Method Of Making Abrasive Shards, Shaped Abrasive Particles With An Opening, Or Dish-Shaped Abrasive Particles", que tiene el número de expediente 63512US002, y fue presentada el 17 de octubre de 2008.

### 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 Preparación de partículas abrasivas conformadas precursoras plano-cóncavas (Figs. 2A-2C, 7)

Se produjo una muestra de sol-gel de bohemia usando la siguiente receta: óxido de aluminio monohidratado en polvo (7333 partes), que tiene la designación comercial "DISPERAL", se dispersó mezclando con alto cizallamiento una  
25 solución que contiene agua (11000 partes) y ácido nítrico acuoso al 70 % (293 partes) durante 10 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 milésimas de pulgada) de profundidad y 2,8 mm (110 milésimas de pulgada) por cada lado. El ángulo de incidencia  $\alpha$  entre la pared lateral y el fondo del molde era de 98°. La herramienta de producción se fabricó para tener 50 % de las cavidades de molde con 8 aristas paralelas  
30 ascendiendo desde las superficies inferiores de las cavidades que intersecan con un lado del triángulo en un ángulo de 90°, mientras que las cavidades restantes tenían una superficie del molde inferior lisa. 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° entre las caras de cada arista en la punta, como se describe en la solicitud de patente en trámite 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 estación de revestimiento provista de matriz  
35 ranurada al vacío, de tal forma que todas las aberturas de la herramienta de producción quedaron completamente llenas. 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 minuto (10 pies por minuto) ajustado a 149 °C (300 °F) a un 40 % de la velocidad del aire en la sección de la zona 1 de 4,11 metros (13,5 pies) y a 163 °C (325 °F) 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  
40 extrajeron de la herramienta de producción haciéndola pasar por una punta ultrasónica.

#### Preparación de partículas abrasivas conformadas precursoras cóncavo-convexas (Figs. 4, 8)

Se fabricó una muestra de sol-gel de bohemia 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  
45 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 milésimas de pulgada) de profundidad y 2,8 mm (110 milésimas de pulgada) por cada lado. El ángulo de incidencia  $\alpha$  entre la pared lateral y el fondo del molde era de 98°. La herramienta de producción se fabricó para tener 50 % de las cavidades de molde con 8 aristas paralelas  
50 ascendiendo desde las superficies inferiores de las cavidades que intersecan con un lado del triángulo en un ángulo de 90°, mientras que las cavidades restantes tenían una superficie del molde inferior lisa. 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° entre las caras de cada arista en la punta, como se describe en la solicitud de patente en trámite que tiene el número de expediente del apoderado 64792US002 a la que se ha hecho referencia  
55 anteriormente. 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 utilizó un agente de liberación de molde, aceite de cacahuete al 2 % en metanol para revestir la herramienta de producción con aproximadamente 0,78 g/cm<sup>2</sup> (1 mg/pulgada<sup>2</sup>) de aceite de cacahuete aplicado a la herramienta de  
60 producción. 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 minuto (11 pies por minuto) ajustado a 137,78 °C (280 °F) a un 60 % de la velocidad del aire en la sección de la zona 1 de 4,11 metros (13,5 pies) y a 121,11 °C (250 °F) 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.

65

Preparación de partículas abrasivas conformadas de la técnica anterior (Fig. 5)

Las partículas abrasivas conformadas de la técnica anterior se fabricaron según el procedimiento descrito en la patente US-5.366.523 de Rowenhorst y col. Se fabricó una dispersión abrasiva (44 % de sólidos) con el siguiente procedimiento: óxido de aluminio monohidratado en polvo (1.235 partes) que tiene la designación comercial "DISPERAL" se dispersó con mezcla continua en una solución que contiene agua (3026 partes) y solución acuosa de ácido nítrico al 70 % (71 partes). El sol resultante se secó a una temperatura de aproximadamente 125 °C en una secadora continua para producir una dispersión abrasiva con el 44 % de sólidos. La dispersión abrasiva se introdujo en cavidades triangulares de un molde mediante un escurridor de goma. Las cavidades se revistieron con un material de liberación de silicona antes de introducir la dispersión abrasiva. El molde era una lámina de aluminio que contenía múltiples orificios en forma de triángulo equilátero que se perforaron a través de la lámina de aluminio. Los tamaños de los orificios de forma triangular fueron 0,71 mm (28 milésimas de pulgada) de profundidad y 2,79 mm (110 milésimas de pulgada) para cada lado. El molde relleno se introdujo en un horno de aire forzado mantenido a una temperatura de 71 °C durante 20 minutos. La dispersión abrasiva experimentó una contracción sustancial al secarse, y las partículas abrasivas conformadas precursoras se hundieron en las cavidades. Las partículas abrasivas conformadas precursoras se retiraron del molde por gravedad una vez que se secaron a una temperatura de 121 °C durante tres horas.

Las tres partículas abrasivas conformadas precursoras se calcinaron a aproximadamente 650 °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, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. El exceso de solución de nitrato se eliminó y las partículas abrasivas conformadas precursoras saturadas se dejaron secar, después de lo cual las partículas abrasivas conformadas precursoras se volvieron a calcinar a 650 °C y se sinterizaron a aproximadamente 1400 °C para producir partículas abrasivas conformadas. Tanto la calcinación como la sinterización se llevaron a cabo usando hornos de tubo giratorio.

El cuarto lote utilizado fue un grano abrasivo CUBITRON 321 de grado grueso comercializado por 3M Company, St. Paul, MN.

Los cuatro lotes de partículas abrasivas se clasificaron hasta tamaños de malla -18+20 (tamices de prueba normalizados de EE. UU.) para eliminar las posibles esquirlas o formas rotas. Cada lote se mezcló con una cantidad igual en peso de malla -25+30 (tamices de prueba normalizados de EE. UU.) de partículas de carbonato de calcio. La designación -25+30 se refiere a los tamaños de partícula que atraviesan un tamiz de malla 25 y quedan retenidos en un tamiz de malla 30. Posteriormente, los cuatro lotes se revistieron sobre soportes de disco de fibra a un nivel de 18 gramos por disco de la mezcla de partículas abrasivas/carbonato de calcio utilizando un revestimiento con carga de carbonato de calcio, revestimiento de inclusión relleno de criolita y revestimiento de superapresto con carga de fluoroborato potásico (KBF<sub>4</sub>). Los cuatro lotes preparados incluían:

1. Triángulos plano-cóncavos, Figs. 2A-2C, 7
2. Triángulos cóncavo/convexos, Figs. 4, 8
3. Triángulos abrasivos conformados de la técnica anterior, Fig. 5
4. Grano abrasivo CUBITRON 321 (triturado aleatorio)

El comportamiento de esmerilado de los discos se evaluó utilizando un ensayo de esmerilado por acción de deslizamiento sobre una pieza de acero inoxidable 304 utilizando 80 N (18 lbs-fuerza) de carga sobre la pieza contra el disco abrasivo. El ensayo de esmerilado por acción de deslizamiento está diseñado para medir la velocidad de corte del disco abrasivo revestido. Cada disco abrasivo se utilizó para esmerilar la cara de una pieza de acero inoxidable 304 de 1,25 cm por 18 cm. La amoladora utilizada fue una amoladora de disco de carga constante. La carga constante entre la pieza y el disco abrasivo se proporcionaba mediante un muelle de carga. El soporte semiflexible de la amoladora era un soporte semiflexible de aluminio, biselado a aproximadamente 7°, extendiéndose desde el borde y hacia el centro 3,5 cm. El disco abrasivo se fijó al soporte de aluminio mediante una tuerca de retención y se accionó a 5000 rpm. Se registró la cantidad de metal en gramos eliminada en intervalos de un minuto.

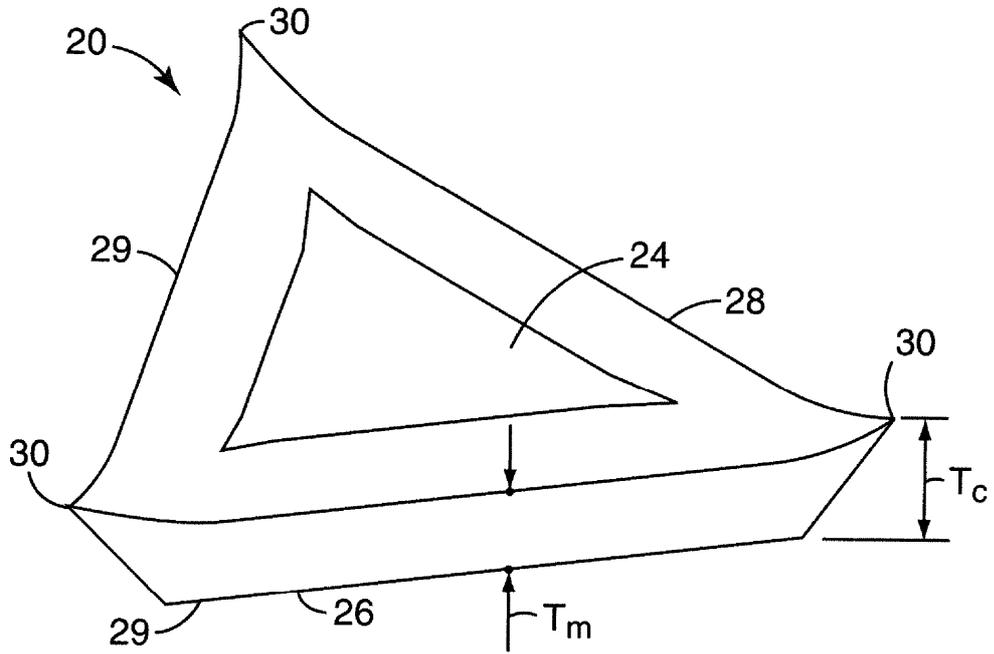
Con referencia a la Fig. 9, las partículas 20 abrasivas con forma de plato se comportaron significativamente mejor que las partículas abrasivas conformadas triangulares de la técnica anterior descritas en la patente US-5.366.523 de Rowenhorst y col., que tienen dos superficies planas paralelas (Fig. 5), o el grano triturado aleatorio. En particular, las partículas abrasivas con forma de plato tienen casi el doble de la velocidad de corte inicial de las partículas abrasivas conformadas de la técnica anterior, lo que supone una importante mejora para un disco abrasivo. Además, las partículas abrasivas con forma de plato mantuvieron una velocidad de corte más alta durante la prueba en comparación con las partículas abrasivas conformadas de la técnica anterior.

**REIVINDICACIONES**

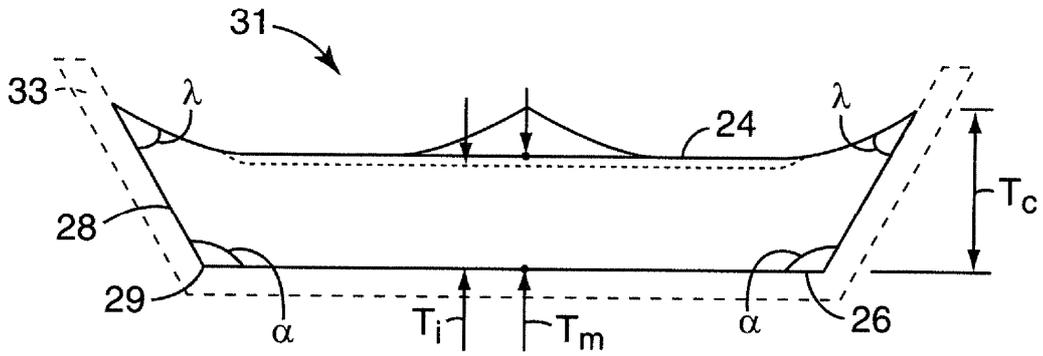
1. Partículas abrasivas que comprenden partículas (20) abrasivas con forma de plato;
  - 5                   teniendo cada una de las partículas abrasivas con forma de plato una pared lateral (28); comprendiendo cada una de las partículas (20) abrasivas con forma de plato alfa-alúmina; y teniendo cada una de las partículas abrasivas con forma de plato una primera cara (24) y una segunda cara (26) separadas por un espesor variable (T), un perímetro (29) de la primera cara (24) y un perímetro (29) de la segunda cara (26),
  - 10                  en donde la primera cara (24) y la segunda cara (26) se seleccionan para tener la misma forma geométrica, aunque pueden diferir en tamaño, siendo una cara más grande que la otra cara, en donde el perímetro (29) comprende una forma triangular; en donde la primera cara (24) está rebajada.
- 15 2. Las partículas abrasivas de la reivindicación 1, en donde la segunda cara (26) es prácticamente plana.
3. Las partículas abrasivas de la reivindicación 1 o 2, en donde la primera cara (24) es cóncava.
4. Las partículas abrasivas de la reivindicación 1 o 2, en donde la primera cara (24) comprende una parte
  - 20                   central prácticamente plana y una pluralidad de esquinas elevadas (30).
5. Las partículas abrasivas de la reivindicación 1, 2 o 3, en donde la pared lateral (28) es prácticamente plana.
6. Las partículas abrasivas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una relación de espesor
  - 25                   de Tc/Ti para las partículas (20) abrasivas con forma de plato está entre 1,25 y 5,00, en donde Tc es el espesor en una esquina (30) de la pared lateral (28) y Ti es el espesor más pequeño de un interior de la primera cara (24).
7. Las partículas abrasivas de la reivindicación 6, en donde, para calcular la relación de espesor:
  - 30                   - se analizan quince partículas (20) abrasivas con forma de plato seleccionadas aleatoriamente;
  - se mide la altura de cada esquina de cada partícula (20) abrasiva y, a continuación, se promedian todas las alturas para determinar una Tc promedio;
  - se mide el espesor más pequeño Ti del interior de la primera cara (24) de cada una de las quince partículas abrasivas con forma de plato seleccionadas aleatoriamente y los quince resultados se promedian para determinar una Ti promedio; y
  - 35                   - la relación de espesor se determina dividiendo la Tc promedio por la Ti promedio.
8. Las partículas abrasivas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un ángulo de
  - 40                   incidencia ( $\alpha$ ) entre la segunda cara (26) y la pared lateral (28) es superior a 90°.
9. Las partículas abrasivas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el ángulo de
  - incidencia ( $\alpha$ ) está entre aproximadamente 95° y aproximadamente 130°, preferiblemente entre aproximadamente 95° y aproximadamente 110°.
- 45 10. Las partículas abrasivas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la forma triangular comprende un triángulo equilátero.
11. Las partículas abrasivas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un espesor (Ti)
  - 50                   del interior de la primera cara (24) es más fino que el espesor de la partícula (20) abrasiva conformada en partes a lo largo del perímetro (29).
12. Las partículas abrasivas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las partículas (20)
  - 55                   abrasivas con forma de plato que tienen una dureza nominal o una dureza nominal evaluada por tamizado especificada en la industria de los abrasivos se mezclan con otras partículas abrasivas o no abrasivas, en donde al menos el 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90 o 95 % en peso de las partículas abrasivas que tienen una dureza nominal o una dureza nominal evaluada por tamizado especificada en la industria de los abrasivos son partículas (20) abrasivas con forma de plato.
13. Un artículo abrasivo que comprende las partículas abrasivas según cualquiera de las reivindicaciones
  - 60                   anteriores y un aglutinante, seleccionándose el artículo abrasivo del grupo que consiste en artículos abrasivos aglutinados, artículos abrasivos recubiertos, artículos abrasivos no tejidos, y cepillos abrasivos.
14. Un artículo abrasivo que comprende las partículas abrasivas según cualquiera de las reivindicaciones
  - 65                   anteriores y un revestimiento de inclusión sobre una primera superficie principal de un soporte, adhiriéndose una mayoría de las partículas (20) abrasivas con forma de plato al revestimiento de inclusión por la pared lateral (28), formando las partículas (20) abrasivas con forma de plato una capa

abrasiva, estando la capa abrasiva recubierta con un revestimiento de apresto, y en donde la capa abrasiva comprende al menos 5 % en peso de las partículas (20) abrasivas con forma de plato.

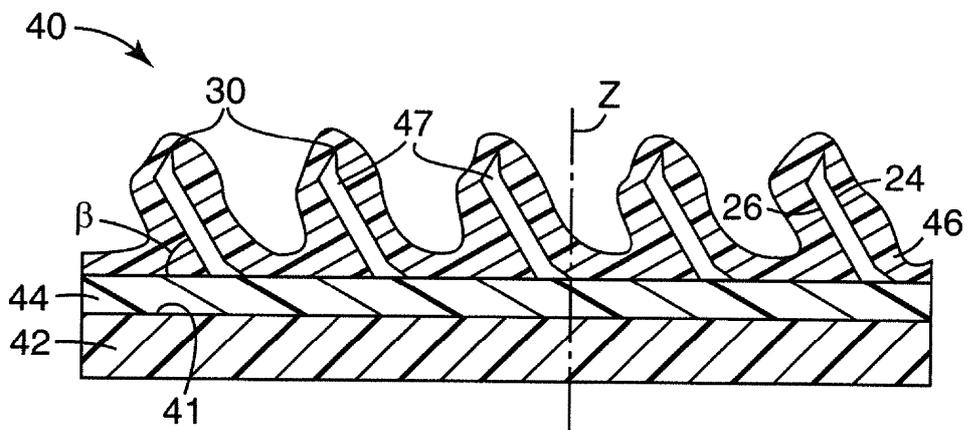
- 5
15. El artículo abrasivo según la reivindicación 14, en donde las partículas abrasivas con forma de plato se aplican como una capa abrasiva de revestimiento abierto, en donde más del 50, 60, 70, 80, o 90 % de las partículas abrasivas con forma de plato están apuntadas o inclinadas y tienen un ángulo de orientación ( $\beta$ ) menor que  $90^\circ$ .
  16. El artículo abrasivo de la reivindicación 13, 14 o 15, en donde el artículo abrasivo es un disco abrasivo recubierto o una banda abrasiva.



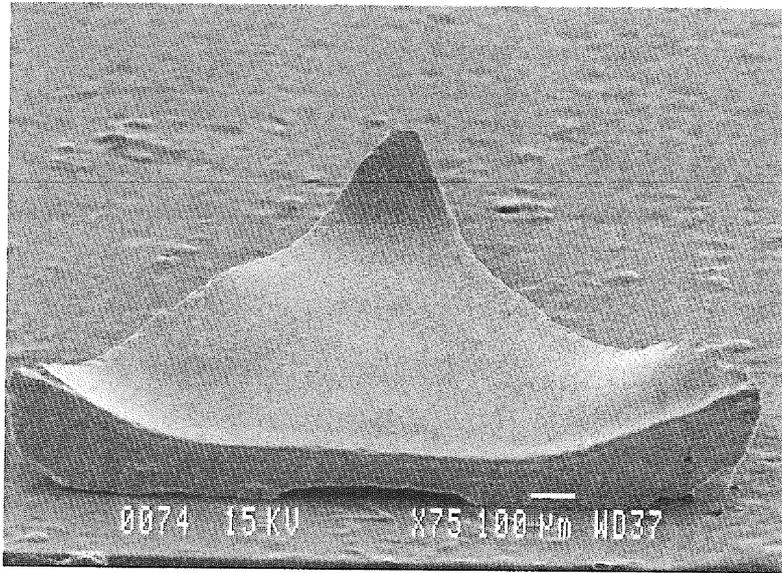
**Fig. 1A**



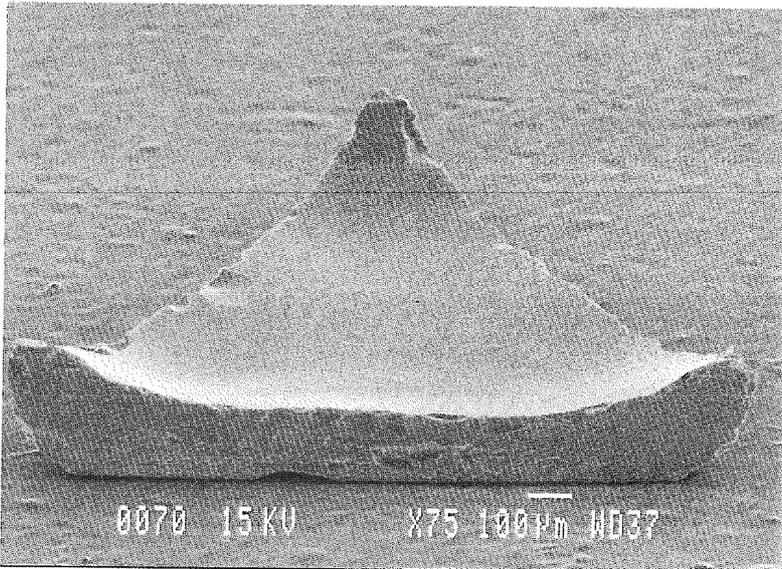
**Fig. 1B**



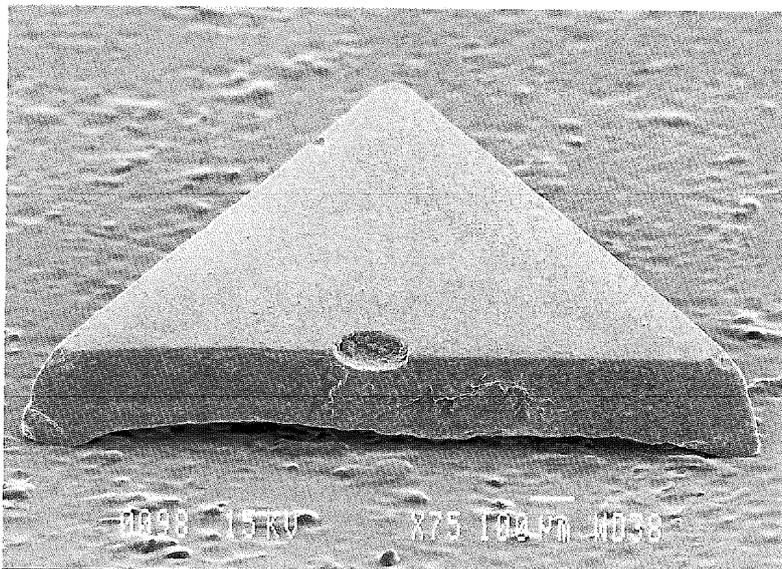
**Fig. 1C**



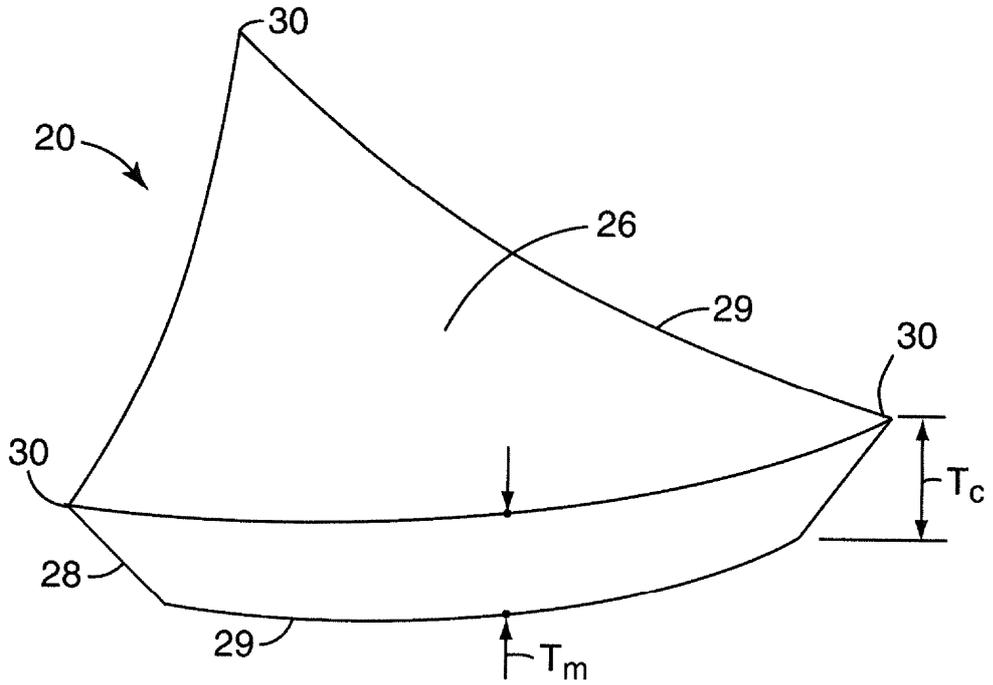
*Fig. 2A*



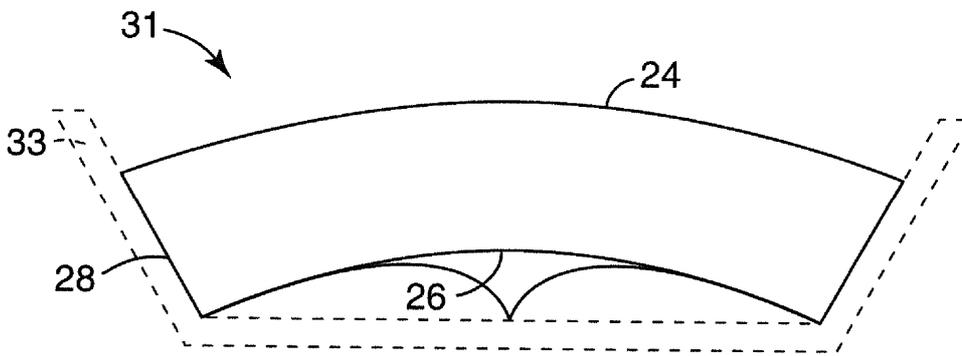
*Fig. 2B*



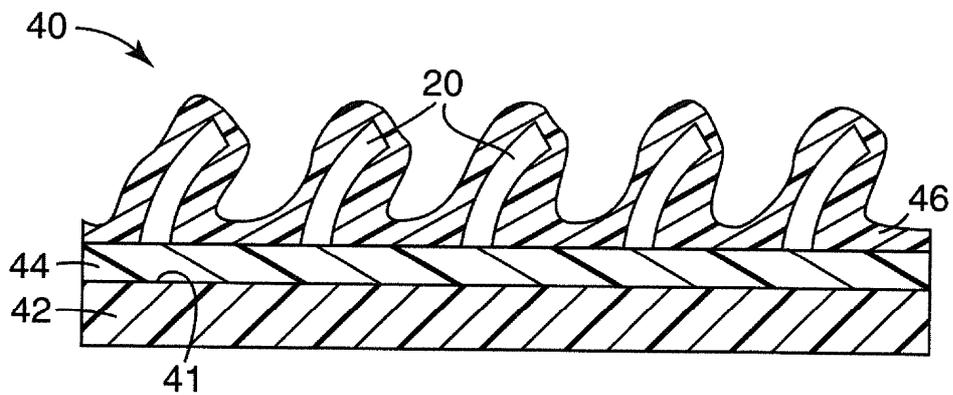
*Fig. 2C*



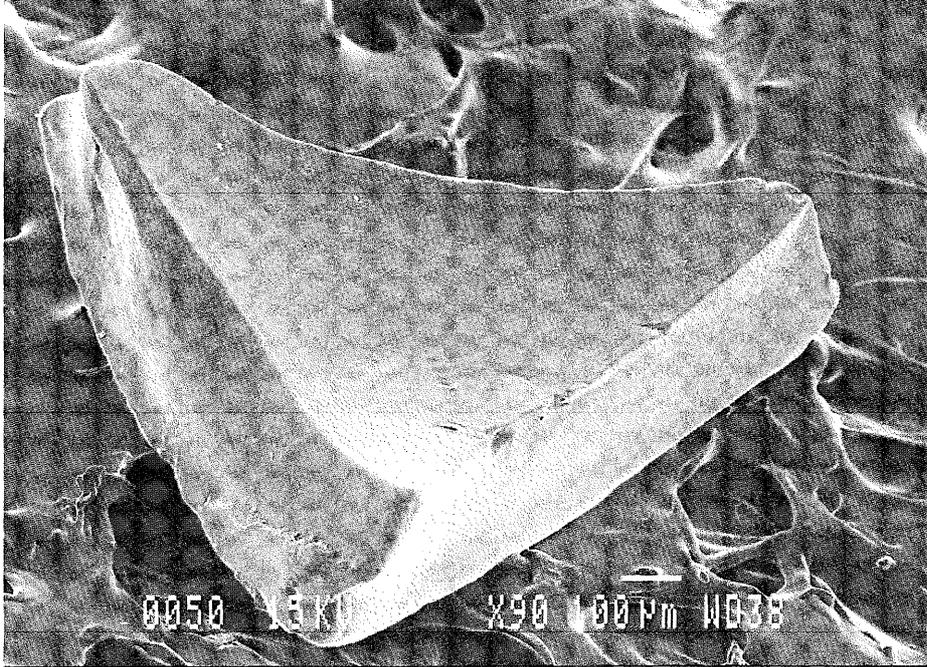
*Fig. 3A*



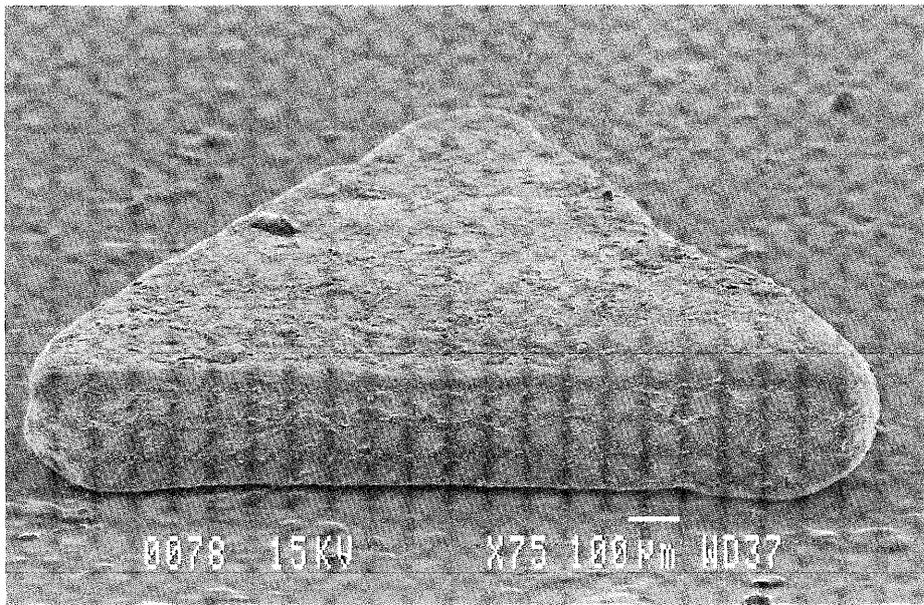
*Fig. 3B*



*Fig. 3C*

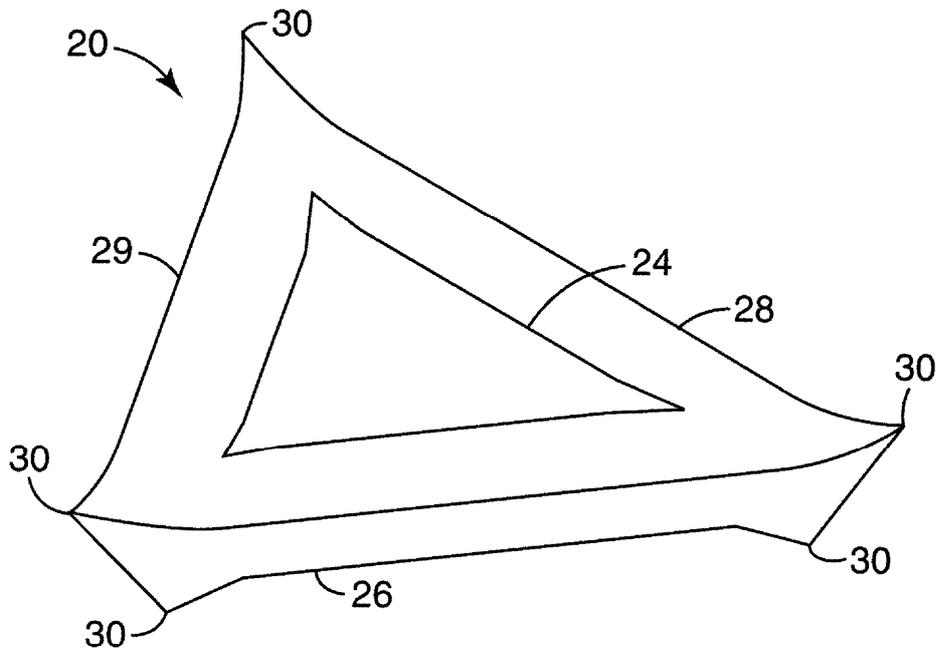


*Fig. 4*

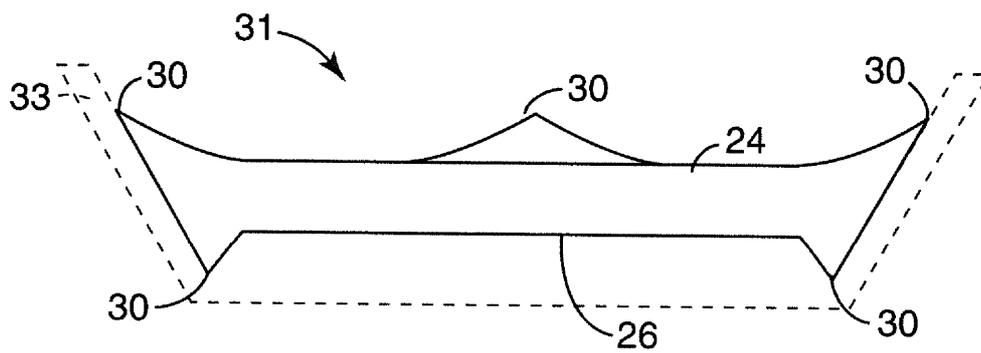


*Fig. 5*

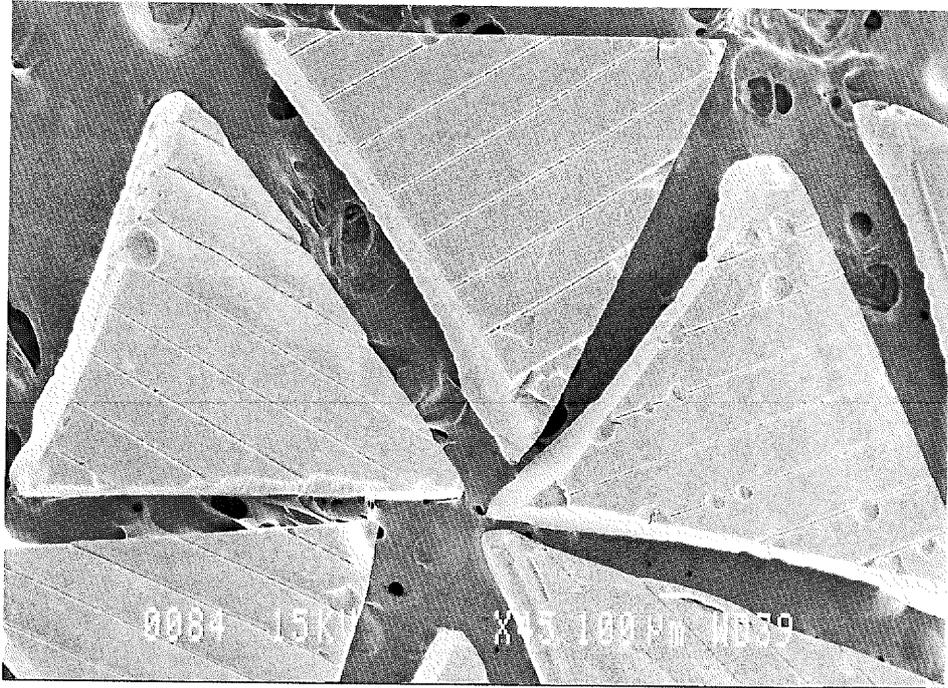
TÉCNICA ANTERIOR



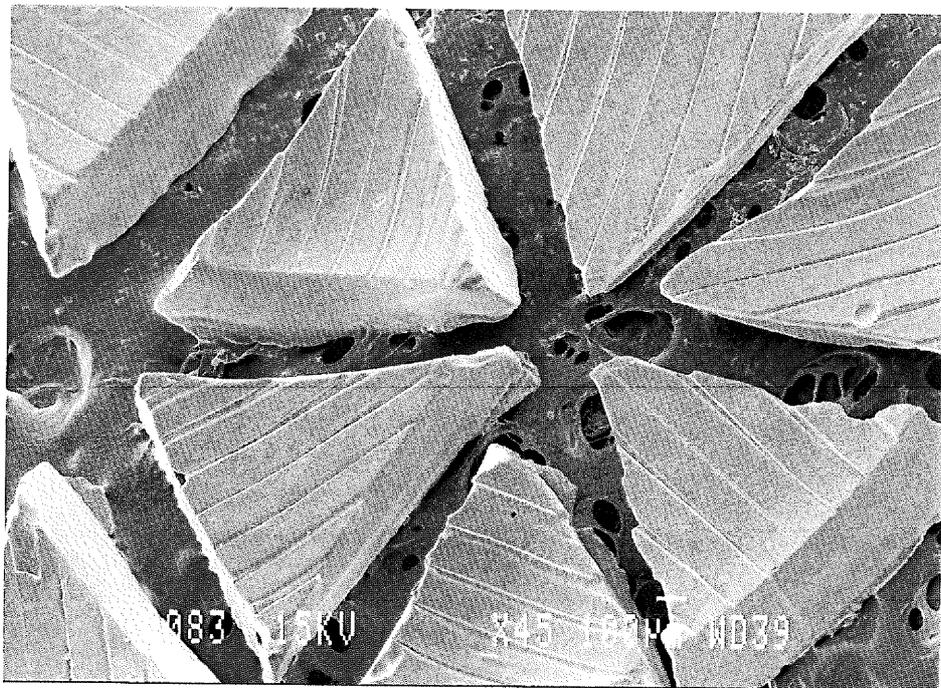
*Fig. 6A*



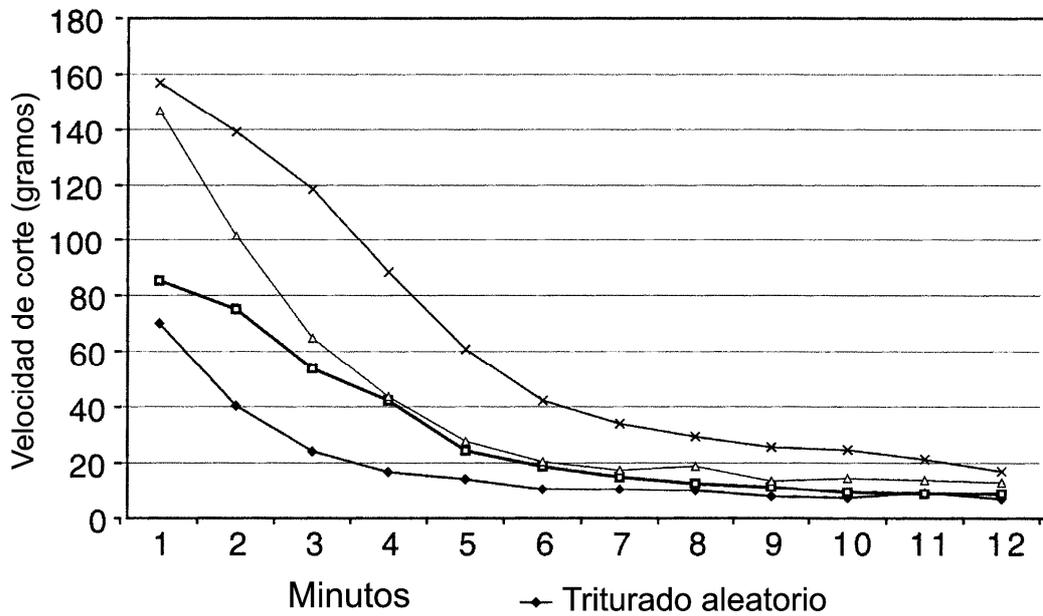
*Fig. 6B*



*Fig. 7*



*Fig. 8*



**Fig. 9**

- ◆ Triturado aleatorio
- Rowenhorst
- △ Parte superior convexa/parte inferior cóncava
- × Fondo plano/parte superior cóncava