(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 784 187**

(51) Int. CI.:

***C09C 1/68*** (2006.01)
***C09K 3/14*** (2006.01)
***B24D 3/00*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2009 PCT/US2009/066205**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **08.07.2010 WO10077519**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2009 E 09836640 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2020 EP 2373747**

(54) Título: **Partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada**

(30) Prioridad:

**17.12.2008 US 337075**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**23.09.2020**

(73) Titular/es:

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (100.0%)**
**3M Center, P.O.Box 33427**
**St. Paul, MN 55133-3427 , US**

(72) Inventor/es:

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

(74) Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

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 conformadas con una pared lateral inclinada

**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.

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.

EP 0 656 319 A2 describe polvo de alfa-alúmina producido calcinando al menos un material de inicio seleccionado a partir de alúmina de transición y compuestos de alúmina en una atmósfera que contiene halógeno que comprende un gas de haluro de hidrógeno, un gas halógeno o una mezcla de un gas halógeno y vapor y contiene al menos el 0,1 % en volumen de al menos un gas que contiene halógeno seleccionado del grupo que consiste en gas de haluro de hidrógeno y gas halógeno, y eliminando el halógeno de un material calcinado.

US 5.593.467 A, de Monroe, describe un grano abrasivo basado en alfa-alúmina cerámico cristalino y un método para producirlo. El grano abrasivo puede incorporarse en productos abrasivos tales como abrasivos revestidos, ruedas abrasivas y abrasivos de baja densidad tridimensionales.

**Resumen**

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 produciendo la partícula abrasiva conformada con una pared lateral inclinada con un ángulo de incidencia entre 95 grados y 130 grados se obtienen diversas ventajas no previstas.

En primer lugar, las partículas abrasivas con la pared lateral inclinada tienden a apoyarse en el revestimiento de inclusión de un artículo abrasivo revestido en un ángulo que se corresponde con el ángulo de incidencia de la pared lateral. Se cree que un ángulo de incidencia diferente de 90 grados da como resultado partículas abrasivas conformadas inclinadas, en lugar de con una orientación de 90 grados con respecto al soporte en un artículo abrasivo revestido, ya que la pared lateral sobre la que se apoya la partícula abrasiva conformada en el abrasivo revestido está inclinada debido al ángulo de incidencia. Como las partículas abrasivas conformadas están ladeadas o inclinadas principalmente hacia un lado debido a la pared lateral inclinada sobre la que se apoyan, las mismas pueden tener un ángulo de orientación inferior a 90 grados con respecto al soporte, mejorando de este modo las tasas de corte.

En segundo lugar, las partículas abrasivas conformadas con la pared lateral inclinada pueden tener ángulos de incidencia diferentes para diferentes lados de la partícula abrasiva conformada. Por ejemplo, un triángulo equilátero puede tener una primera pared lateral en un primer ángulo de incidencia, una segunda pared lateral en un segundo ángulo de incidencia y una tercera pared lateral en un tercer ángulo de incidencia, en donde el primer, segundo y tercer ángulos de incidencia son diferentes. Un artículo abrasivo revestido resultante hecho a partir de las partículas abrasivas conformadas con los tres ángulos de pared lateral diferentes tenderá a tener una distribución uniforme de partículas apoyadas en cada una de las tres paredes laterales. Como tal, el artículo abrasivo revestido tenderá a tener tres alturas diferentes para las puntas de las partículas abrasivas conformadas con respecto al soporte. La pared lateral que está en contacto con el revestimiento de inclusión con el ángulo de incidencia más grande tendrá la altura de punta más baja, la pared lateral con el ángulo de incidencia intermedio tendrá una altura de punta intermedia y la pared lateral con el ángulo de incidencia más pequeño tendrá la altura de punta más alta. Como resultado, el artículo abrasivo revestido tendrá partículas abrasivas conformadas que tienen tres ángulos de orientación diferentes con respecto al soporte y tres alturas de punta diferentes. Se cree que un artículo abrasivo revestido de este tipo tendrá un rendimiento de corte más uniforme a medida que el artículo abrasivo se desgasta debido a que las puntas más bajas no usadas de las partículas abrasivas conformadas entran en contacto con la pieza de trabajo cuando las puntas más altas de las partículas abrasivas conformadas tienden a desgastarse.

De este modo, en una realización, la descripción hace referencia a partículas abrasivas que comprenden partículas abrasivas conformadas cada una con una pared lateral inclinada, comprendiendo cada una de las partículas abrasivas conformadas alfa-alúmina y teniendo una primera cara y una segunda cara separadas por un espesor t. Las partículas abrasivas conformadas comprenden además: un ángulo α de incidencia entre la segunda cara y la pared lateral inclinada, y el ángulo α de incidencia es entre 95 grados y 130 grados, o la pared lateral inclinada tiene un radio R entre la primera cara y la segunda cara, y el radio R es entre 0,5 y 2 veces el espesor t.

**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 superior de una realización de una partícula abrasiva conformada.

La FIG. 1B ilustra una vista lateral de la partícula abrasiva conformada de la FIG. 1A.

La FIG. 1C ilustra una vista lateral de un artículo abrasivo revestido producido a partir de las partículas abrasivas conformadas de la FIG. 1A.

La FIG. 2 ilustra una fotomicrografía de las partículas abrasivas conformadas.

La FIG 3 ilustra una fotomicrografía de la superficie superior de un artículo abrasivo revestido producido a partir de las partículas abrasivas conformadas de la FIG. 2.

La FIG. 4A ilustra una vista superior de otra realización de una partícula abrasiva conformada.

La FIG. 4B ilustra una vista lateral de la partícula abrasiva conformada de la FIG. 4A.

La FIG. 4C ilustra una vista lateral de un artículo abrasivo revestido producido a partir de las partículas abrasivas conformadas de la FIG. 4A.

La FIG. 5A ilustra una vista superior de otra realización de una partícula abrasiva conformada.

La FIG. 5B ilustra una vista lateral de la partícula abrasiva conformada de la FIG. 5A.

La FIG. 5C ilustra una vista lateral de un artículo abrasivo revestido producido a partir de las partículas abrasivas conformadas de la FIG. 5A.

La FIG. 6 ilustra un gráfico de tasa de corte/tiempo para partículas abrasivas conformadas con ángulos de incidencia diferentes.

La FIG. 7 ilustra un gráfico de corte total/tiempo para partículas abrasivas conformadas con ángulos de incidencia diferentes.

La FIG. 8 ilustra una fotomicrografía de partículas abrasivas de la técnica anterior producidas según la patente US-5.366.523.

La FIG. 9 ilustra una fotomicrografía de una sección transversal de las partículas abrasivas de la técnica anterior de la FIG. 8.

La FIG. 10 ilustra una fotomicrografía de una sección transversal de las partículas abrasivas de la técnica anterior de la FIG. 8.

La FIG. 11 ilustra una fotomicrografía de una sección transversal de una partícula abrasiva conformada con una pared lateral inclinada.

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**

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.

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.

Como se utiliza en la presente memoria, el término “partícula abrasiva conformada precursora” significa la partícula no sinterizada producida mediante la eliminación de una cantidad suficiente de componentes volátiles de la dispersión

abrasiva, cuando se encuentra en la cavidad del molde, para formar un cuerpo solidificado que se puede extraer de la cavidad del molde y retener prácticamente su forma moldeada durante las operaciones de procesamiento posteriores.

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, la partícula abrasiva conformada tendrá por lo general una forma geométrica predeterminada que reproduce sustancialmente la cavidad de molde usada para conformar 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**

Partícula abrasiva conformada con una pared lateral inclinada

Haciendo referencia a las FIGS. 1A, 1B y 1C, se ilustra una partícula 20 abrasiva conformada ilustrativa con una pared 22 lateral inclinada. El material a partir del cual se produce la partícula 20 abrasiva conformada con una pared 22 lateral inclinada comprende alfa-alúmina. Las partículas de alfa-alúmina se pueden fabricar a partir de una dispersión de óxido de aluminio monohidratado que se gelifica, se moldea para conformación, se seca para retener la forma, se calcina, y a continuación se sinteriza como se analiza más adelante en la presente memoria. La forma de la partícula abrasiva conformada se retiene sin necesidad de un aglutinante para formar un aglomerado que comprenda partículas abrasivas en un aglutinante a las que se da forma para obtener una estructura conformada.

En general, las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada comprenden cuerpos delgados con una primera cara 24 y una segunda cara 26 y con un espesor t. La primera cara 24 y la segunda cara 26 están conectadas entre sí mediante al menos una pared 22 lateral inclinada. En algunas realizaciones, es posible la presencia de más de una pared 22 lateral inclinada y la inclinación o ángulo para cada pared 22 lateral inclinada puede ser igual, tal como se muestra en la FIG. 1A, o diferente, tal como se muestra en la FIG. 4A.

En algunas realizaciones, la primera cara 24 es prácticamente plana, la segunda cara 26 es prácticamente plana, o ambas caras son prácticamente planas. De forma alternativa, las caras podrían ser cóncavas o convexas.

Además, sería posible la presencia de una abertura u orificio a través de las caras.

En una realización, la primera cara 24 y la segunda cara 26 son sustancialmente paralelas entre sí. En otras realizaciones, la primera cara 24 y la segunda cara 26 pueden ser no paralelas de tal forma que una cara esté inclinada con respecto a la otra cara, y líneas imaginarias tangentes a cada cara intersectarían en un punto. La pared 22 lateral inclinada de la partícula 20 abrasiva conformada con una pared 22 lateral inclinada puede variar y forma generalmente 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 difieren 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.

Haciendo referencia a las FIGS. 1B y 1C, el ángulo α de incidencia entre la segunda cara 26 y la pared 22 lateral inclinada de la partícula 20 abrasiva conformada puede variar para cambiar los tamaños relativos de cada cara. En varias realizaciones de la invención, el ángulo α de incidencia puede ser entre 95 grados y 130 grados, o entre 95 grados y 125 grados, o entre 95 grados y 120 grados, o entre 95 grados y 115 grados, o entre 95 grados y 110 grados, o entre 95 grados y 105 grados, o entre 95 grados y 100 grados. Tal como podrá observarse en los ejemplos, se ha descubierto que los intervalos específicos para el ángulo α de incidencia producen aumentos sorprendentes en el rendimiento de esmerilado de artículos abrasivos revestidos producidos a partir de las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada.

Con referencia ahora a la FIG. 1C, se muestra un artículo 40 abrasivo revestido que tiene una primera superficie 41 principal 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 conformadas con una pared 22 lateral inclinada unida al soporte 42 mediante el revestimiento 44 de inclusión. Se aplica un revestimiento 46 de apresto para unir o adherir de forma adicional las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada al soporte 42.

Tal como puede observarse, la mayor parte de las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada están ladeadas o inclinadas hacia un lado. Esto hace que la mayor parte de las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada tengan un ángulo β de orientación más pequeño que 90 grados con 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 conformadas con una pared lateral inclinada tiende a orientar originalmente las partículas con un ángulo β de orientación de 90 grados cuando se aplican por primera vez en el soporte. El campo electrostático tiende a alinear las partículas verticalmente cuando se aplican en el soporte que está situado sobre las partículas

abrasivas conformadas 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°. En algún punto después de invertir la malla, ya sea antes o después de aplicar el revestimiento 46 de apresto, las partículas bajo la fuerza de la gravedad o la tensión superficial de los revestimientos de inclusión y/o apresto tienden a inclinarse y quedan apoyadas sobre la pared 22 lateral inclinada. Se cree que existe tiempo suficiente en el proceso de producción del artículo abrasivo revestido para que las partículas abrasivas conformadas se inclinen y queden unidas al revestimiento de inclusión por la pared 22 lateral inclinada antes de que los revestimientos de inclusión y de apresto se curen y endurezcan, lo que evita cualquier giro adicional. Tal como puede observarse, una vez que las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada se aplican y se deja que se inclinen, las puntas 48 de las partículas abrasivas conformadas tienen generalmente la misma altura h.

Para optimizar aún más la orientación inclinada, las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada 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. Un 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, tal como puede observarse más claramente en la FIG. 3. En varias realizaciones de la invención, el porcentaje de área abierta en la capa abrasiva puede estar entre el 10 % y el 90 % o entre el 30 % y el 80 %.

Se cree que, si se aplican al soporte demasiadas partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada, aparecerán espacios insuficientes entre las partículas para poder inclinarse o ladearse antes de curar los revestimientos de inclusión y apresto. En varias realizaciones de la invención, más del 50, 60, 70, 80 o 90 por ciento de las partículas abrasivas conformadas del artículo abrasivo revestido con una capa abrasiva de revestimiento abierto están ladeadas o inclinadas con un ángulo β de orientación más pequeño que 90 grados.

Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que un ángulo de orientación β menor que 90° da como resultado un rendimiento de corte mejorado de las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada. Sorprendentemente, este resultado tiende a producirse independientemente de la orientación rotacional de las partículas abrasivas conformadas alrededor del eje Z dentro del artículo abrasivo revestido. Aunque la FIG. 1C está idealizada para mostrar todas las partículas alineadas en la misma dirección, un disco abrasivo revestido real tendría las partículas distribuidas y giradas de forma aleatoria, tal como puede observarse más claramente en la FIG. 3. Dado que el disco abrasivo es giratorio y las partículas abrasivas conformadas están distribuidas aleatoriamente, algunas partículas abrasivas conformadas se impulsarán contra la pieza de trabajo con un ángulo de orientación β de menos de 90° con la pieza de trabajo atacando inicialmente la segunda cara 26 mientras que una partícula abrasiva conformada vecina podría estar girada exactamente 180°, atacando la pieza de trabajo por la parte posterior de la partícula abrasiva conformada y la primera cara 24. Con una distribución aleatoria de las partículas y la rotación del disco, menos de la mitad de las partículas abrasivas conformadas podría atacar inicialmente la pieza de trabajo por la segunda cara 26 en lugar de la primera cara 24. Sin embargo, para una banda abrasiva que tiene una dirección de giro definida y un punto de contacto definido con la pieza de trabajo, puede ser posible alinear las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada de la banda para garantizar que cada partícula abrasiva conformada esté dispuesta en un ángulo β de orientación más pequeño que 90 grados y que la pieza de trabajo sea desplazada hacia la segunda cara 26 en primer lugar, tal como se idealiza en la FIG. 1C. En varias realizaciones de la invención, el ángulo β de orientación para al menos una mayoría de las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada en una capa abrasiva de un artículo abrasivo revestido puede ser entre 50 grados y 85 grados, o entre 55 grados y 85 grados, o entre 60 grados y 85 grados, o entre 65 grados y 85 grados, o entre 70 grados y 85 grados, o entre 75 grados y 85 grados, o entre 80 grados y 85 grados.

Haciendo referencia en este caso a las FIGS. 2 y 3, se muestran fotomicrografías de partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada. En la FIG. 3 el ángulo α de incidencia es aproximadamente 120 grados y las partículas abrasivas conformadas comprenden un triángulo equilátero. Los lados de cada triángulo miden aproximadamente 1,6 mm en el perímetro de la primera cara 24 más grande. Las partículas abrasivas conformadas tienen un espesor de aproximadamente 0,38 mm. La superficie del disco abrasivo revestido resultante hecho a partir de las partículas abrasivas conformadas de la FIG. 2 se muestra en la FIG. 3. Tal como puede observarse, la mayor parte de las partículas abrasivas conformadas se apoyan en el revestimiento de inclusión en una de las paredes laterales inclinadas. El ángulo β de orientación para la mayor parte de las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada en la capa abrasiva del artículo abrasivo revestido de la FIG. 3 es aproximadamente 60 grados.

Haciendo referencia a las FIGS. 4A-C, se muestra una segunda realización de la partícula 20 abrasiva conformada con una pared 22 lateral inclinada. El material a partir del cual se produce la partícula 20 abrasiva conformada con una pared 22 lateral inclinada comprende alfa-alúmina. Las partículas de alfa-alúmina se pueden fabricar a partir de una dispersión de óxido de aluminio monohidratado que se gelifica, se moldea para conformación, se seca para retener la forma, se calcina, y a continuación se sinteriza como se analiza más adelante en la presente memoria. La forma de la partícula abrasiva conformada se retiene sin necesidad de un aglutinante para formar un aglomerado que comprenda partículas abrasivas en un aglutinante a las que se da forma para obtener una estructura conformada.

En general, las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada comprenden cuerpos delgados que tienen una primera cara 24 y una segunda cara 26 y que tienen un espesor t. La primera cara 24 y la segunda cara 26 están conectadas entre sí mediante al menos una primera pared 50 lateral inclinada con un primer ángulo 52 de incidencia y mediante una segunda pared 54 lateral inclinada con un segundo ángulo 56 de incidencia, que se selecciona para tener un valor diferente al del primer ángulo de incidencia. En la realización ilustrada, la primera y segunda caras también están conectadas mediante una tercera pared 58 lateral inclinada con un tercer ángulo 60 de incidencia, que tiene un valor diferente del de cualquiera de los otros dos ángulos de incidencia.

En la realización ilustrada, el primer, segundo y tercer ángulos de incidencia son todos valores diferentes entre sí. Por ejemplo, el primer ángulo 52 de incidencia podría ser de 120 grados, el segundo ángulo 56 de incidencia podría ser de 110 grados y el tercer ángulo 60 de incidencia podría ser de 100 grados. Tal como se muestra en la FIG. 4C, el artículo 40 abrasivo revestido resultante producido a partir de las partículas abrasivas conformadas con los tres ángulos de incidencia diferentes tenderá a tener una distribución uniforme de partículas abrasivas conformadas apoyadas en cada una de las tres paredes laterales inclinadas diferentes. De este modo, el artículo abrasivo revestido tenderá a tener tres alturas diferentes para las puntas 48 de las partículas abrasivas conformadas con respecto al soporte. La primera pared 50 lateral inclinada en contacto con el revestimiento de inclusión con el ángulo de incidencia más grande tendrá la altura h1 de punta más baja, la segunda pared 54 lateral inclinada con el ángulo de incidencia intermedio tendrá una altura h2 de punta intermedia y la tercera pared 58 lateral inclinada con el ángulo de incidencia más pequeño tendrá la altura h3 de punta más alta. Como resultado, el artículo abrasivo revestido tendrá partículas abrasivas conformadas que tienen tres ángulos β de orientación diferentes con respecto al soporte y tres alturas de punta diferentes. Se cree que un artículo abrasivo revestido de este tipo tendrá un rendimiento de corte más uniforme a medida que el artículo abrasivo se desgasta debido a que las puntas más bajas no usadas de las partículas abrasivas conformadas entran en contacto con la pieza de trabajo cuando las puntas más altas de las partículas abrasivas conformadas tienden a desgastarse y desafilarse.

En algunas realizaciones, la primera cara 24 es prácticamente plana, la segunda cara 26 es prácticamente plana, o ambas caras son prácticamente planas. De forma alternativa, las caras podrían ser cóncavas o convexas.

Además, sería posible la presencia de una abertura u orificio a través de las caras.

En una realización, la primera cara 24 y la segunda cara 26 son sustancialmente paralelas entre sí. En otras realizaciones, la primera cara 24 y la segunda cara 26 pueden ser no paralelas de tal forma que una cara esté inclinada con respecto a la otra cara, y líneas imaginarias tangentes a cada cara intersectarían en un punto. La primera, segunda y tercera paredes laterales de la partícula 20 abrasiva conformada con una pared 22 lateral inclinada puede variar y las mismas constituyen generalmente 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 difieren 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.

Haciendo referencia a las FIGS. 4B y 4C, el primer, segundo y tercer ángulos de incidencia entre la segunda cara 26 y la pared lateral inclinada respectiva de la partícula 20 abrasiva conformada pueden variar, siendo al menos dos de los ángulos de incidencia valores diferentes y, de forma deseable, siendo los tres valores diferentes. En varias realizaciones de la invención, el primer ángulo de incidencia, el segundo ángulo de incidencia, y el tercer ángulo de incidencia puede estar comprendido entre 95 grados y aproximadamente 130 grados, o entre aproximadamente 95 grados y aproximadamente 125 grados, o entre aproximadamente 95 grados y aproximadamente 120 grados, o entre aproximadamente 95 grados y aproximadamente 115 grados, o entre aproximadamente 95 grados y aproximadamente 110 grados, o entre aproximadamente 95 grados y aproximadamente 105 grados, o entre aproximadamente 95 grados y aproximadamente 100 grados.

Haciendo referencia en este caso a la FIG. 4C, 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 conformadas con la primera, la segunda o la tercera pared lateral inclinada unida al soporte 42 mediante el revestimiento 44 de inclusión. Se aplica un revestimiento 46 de apresto para unir o adherir de forma adicional las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada al soporte 42.

Tal como puede observarse, la mayor parte de las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada están ladeadas o inclinadas hacia un lado. Esto hace que la mayor parte de las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada tengan un ángulo β de orientación más pequeño que 90 grados con respecto a la primera superficie principal 41 del soporte 42, tal como se ha descrito anteriormente en el caso de la primera realización.

Para optimizar aún más la orientación inclinada, las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada se aplican en el soporte en una capa abrasiva de revestimiento abierto. 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 abrasivas, tal como puede observarse más claramente en la FIG. 3. En varias realizaciones de la invención, el porcentaje de área abierta en la capa abrasiva puede estar entre el 10 % y el 90 % o entre el 30 % y el 80 %.

Se cree que, si se aplican al soporte demasiadas partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada, aparecerán espacios insuficientes entre las partículas abrasivas conformadas para poder inclinarse o ladearse antes de curar los revestimientos de inclusión y apresto. En varias realizaciones de la invención, más del 50, 60, 70, 80 o 90 por ciento de las partículas abrasivas conformadas del artículo abrasivo revestido con una capa abrasiva de revestimiento abierto están ladeadas o inclinadas con un ángulo β de orientación más pequeño que 90 grados.

Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que un ángulo β de orientación más pequeño que 90 grados da como resultado un rendimiento de corte mejorado de las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada, tal como se ha descrito anteriormente. En varias realizaciones de la invención, el ángulo β de orientación para al menos una mayoría de las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada en una capa abrasiva de un artículo abrasivo revestido puede ser entre 50 grados y 85 grados, o entre 55 grados y 85 grados, o entre 60 grados y 85 grados, o entre 65 grados y 85 grados, o entre 70 grados y 85 grados, o entre 75 grados y 85 grados, o entre 80 grados y 85 grados.

Haciendo referencia en este caso a las FIGS. 5A-B, se muestra una tercera realización de la invención. En esta realización, la pared 22 lateral inclinada está definida por un radio R, en vez de por el ángulo α de incidencia en el caso de la realización mostrada en las FIGS. 1A - 1C. También se ha descubierto que una pared 22 lateral inclinada definida por un radio R hace que las partículas 20 abrasivas conformadas se ladeen o inclinen al conformar un artículo abrasivo revestido, tal como se muestra en la FIG. 5C. Las pruebas de esmerilado han demostrado que las partículas abrasivas conformadas que comprenden un triángulo equilátero, midiendo los lados de cada triángulo aproximadamente 1,6 mm en el perímetro de la primera cara 24 más grande, y con un espesor de aproximadamente 0,38 mm, presentan el mismo rendimiento de corte con un ángulo de incidencia de 120 grados o un radio R de 0,51 mm. En varias realizaciones de la invención, el radio R puede ser entre 0,5 y 2 veces el espesor t de la partícula abrasiva conformada.

Del mismo modo que la segunda realización, el radio R puede variar para cada una de las paredes laterales para obtener partículas abrasivas conformadas inclinadas o ladeadas en varios ángulos en el artículo abrasivo revestido.

Se cree que, si se aplican al soporte demasiadas partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada, aparecerán espacios insuficientes entre las partículas abrasivas conformadas para poder inclinarse o ladearse antes de curar los revestimientos de inclusión y apresto. En varias realizaciones de la invención, más del 50, 60, 70, 80 o 90 por ciento de las partículas abrasivas conformadas del artículo abrasivo revestido con una capa abrasiva de revestimiento abierto están ladeadas o inclinadas con un ángulo β de orientación más pequeño que 90 grados.

En la primera realización, la segunda realización o la tercera realización, las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada pueden tener varias formas tridimensionales. La forma geométrica del perímetro 29 puede ser triangular, rectangular, circular, elíptica, en forma de estrella o de otros polígonos regulares o irregulares. En una realización, se utiliza un triángulo equilátero y en otra realización se utiliza un triángulo isósceles. A efectos de esta descripción, una forma sustancialmente triangular también incluye polígonos de tres lados en donde uno o más de los lados pueden tener forma de arco y/o las puntas del triángulo pueden tener forma de arco.

Además, las diversas paredes laterales inclinadas de las partículas abrasivas conformadas pueden tener el mismo ángulo de incidencia o ángulos de incidencia diferentes. Además, es posible usar un ángulo 90 de incidencia en una o más paredes laterales, siempre que una de las paredes laterales sea una pared lateral inclinada con un ángulo de incidencia de 95 grados o más grande.

Las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada pueden tener varias relaciones dimensionales volumétricas. La relación dimensional volumétrica se define como el cociente entre el área de sección transversal máxima que pasa a través del 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 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 conformadas que tienen una relación dimensional volumétrica más grande tienen un rendimiento de corte mejorado. En diversas realizaciones de la invención, la relación dimensional volumétrica de las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada puede ser más grande que 1,15, o más grande que 1,50, o más grande que 2,0, o entre 1,15 y 10,0, o entre 1,20 y 5,0, o entre 1,30 y 3,0.

Las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada pueden tener un radio de curvatura mucho más pequeño en los puntos o esquinas de las partículas abrasivas conformadas. Las partículas abrasivas conformadas en forma de triángulo equilátero que se describen en US-5.366.523, de Rowenhorst y col., y mostradas en la FIG. 8, tienen un radio de curvatura para los puntos del triángulo (medido desde un lado alrededor del punto hasta el siguiente lado) de 103,6 micrones para el radio de punta promedio. El radio de curvatura se puede medir desde una sección transversal pulida de la primera o segunda cara usando análisis de imágenes, tal como un programa de análisis de imágenes Clemex equipado con un microscopio óptico invertido u otro software de análisis de imágenes adecuado. El radio de curvatura para cada vértice triangular puede estimarse definiendo tres puntos en cada vértice cuando se observa en sección transversal

con una ampliación de 100X. Se coloca un punto al principio de la curva del extremo donde hay una transición desde el borde recto al comienzo de una curva, en el vértice del extremo, y en la transición desde la punta curvada hasta un borde recto. El software de análisis de imágenes traza entonces un arco definido por los tres puntos (inicio, medio, y final de la curva) y calcula un radio de curvatura. El radio de curvatura para al menos 30 vértices se mide y promedia para determinar el radio promedio de la punta. Las partículas abrasivas conformadas producidas mediante el método actual se realizan de forma mucho más precisa, tal como puede observarse más claramente comparando la FIG. 2 y la FIG. 8. Como tal, el radio de punta promedio de las partículas abrasivas conformadas es mucho menor. El radio de punta promedio de las partículas abrasivas conformadas fabricadas según la presente descripción se ha medido con un diámetro inferior a 19,2 micrómetros. En diversas realizaciones de la invención, el radio de punta promedio puede ser inferior a 75 micrómetros, o inferior a 50 micrómetros, o inferior a 25 micrómetros. Se cree que una punta más afilada favorece un corte inicial más agresivo y una fractura mejorada de las partículas abrasivas conformadas durante el uso.

Además de tener una punta más afilada, las partículas abrasivas conformadas pueden tener una pared lateral definida de forma mucho más precisa. Haciendo referencia en este caso a las FIGS. 9 y 10, se muestran unas microfotografías de secciones transversales pulidas a través de las caras de las partículas abrasivas conformadas de la técnica anterior de la FIG. 8. Tal como puede observarse, la pared lateral (superficie superior) tiende a ser cóncava o convexa y no es uniformemente plana. Dependiendo de dónde se toma la sección transversal, la misma pared lateral puede variar de una forma a otra. Haciendo referencia a la FIG. 10, en primer plano la pared lateral es convexa y en el fondo es cóncava.

Haciendo referencia a la FIG. 11, se muestra una sección transversal pulida tomada perpendicularmente a través de las caras de una partícula abrasiva conformada con una pared lateral inclinada con un ángulo de incidencia de 98 grados. La primera cara 24 (superficie vertical a la derecha) es cóncava, tal como se describe en la solicitud de patente pendiente con expediente número 64716US002 a la que se ha hecho referencia anteriormente. Se cree que una superficie cóncava mejora el rendimiento de esmerilado mediante la eliminación de más material durante el uso, de forma similar a una pala, una cuchara o una cuchilla en cincel hueca. La segunda cara 26 es sustancialmente plana (superficie vertical a la izquierda). Finalmente, la pared lateral (superficie superior) puede ser uniformemente plana. Por uniformemente plana se entiende que la pared lateral no tiene áreas que son convexas de una cara a la otra cara o áreas que son cóncavas de una cara a la otra cara y al menos el 50 %, o al menos el 75 %, o al menos el 85 %, o más, de la superficie de la pared lateral es plana. Tal como puede observarse en la sección transversal, cuando la pared lateral se corta en un ángulo de 90 grados y se pule, aparece un borde sustancialmente lineal (en donde la superficie de la pared lateral superior coincide con la superficie frontal de la sección transversal cortada). La pared lateral uniformemente plana tendría normalmente ese borde sustancialmente lineal prácticamente en todos los planos en sección transversal a lo largo de la longitud de la pared lateral. La pared lateral uniformemente plana proporciona bordes mejor definidos (más agudos) donde la pared lateral interseca la primera cara y la segunda cara, y se cree que esto también mejora el rendimiento de esmerilado.

Las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada producidas según la presente descripción pueden ser incorporadas en un artículo abrasivo o ser utilizadas de forma suelta. Las partículas abrasivas se clasifican, generalmente, según 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 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 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 del JIS incluyen JIS8, JIS12, JIS16, JIS24, JIS36, JIS46, JIS54, JIS60, JIS80, JIS100, JIS150, JIS180, JIS220, JIS240, JIS280, JIS320, JIS360, JIS400, JIS600, JIS800, JIS1000, JIS1500, JIS2500, JIS4000, JIS6000, JIS8000, y JIS10,000.

De forma alternativa, las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada pueden clasificarse con una clasificación por tamizado nominal usando 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 -18+20, que significa que las partículas 20 abrasivas conformadas pasan a través de un tamiz de ensayo que cumple con las especificaciones de la norma ASTM E-11 con el número de tamiz 18 y quedan retenidas en un tamiz de ensayo que cumple con las especificaciones de la norma ASTM E-11 con el número de tamiz 20. En una realización, las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada tienen un tamaño de partícula tal que la mayoría de las partículas atraviesan un tamiz de ensayo de malla 18 y pueden quedar retenidas sobre un tamiz de ensayo de malla 20, 25, 30, 35, 40, 45 o 50. En varias realizaciones de la invención, las partículas 20 abrasivas conformadas

con una pared 22 lateral inclinada pueden tener una clasificación por tamizado nominal 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 da a conocer una pluralidad de partículas abrasivas conformadas que tienen una clasificación nominal o clasificación por tamizado nominal especificada en la industria de los abrasivos, en donde al menos una parte de la pluralidad de partículas abrasivas son partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada. En otro aspecto, la descripción da a conocer un método que comprende clasificar las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada producidas según la presente descripción para obtener una pluralidad de partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada que tienen una clasificación nominal o clasificación por tamizado nominal especificada en la industria de los abrasivos.

Si así se desea, las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada que tienen una clasificación nominal o una clasificación por tamizado nominal especificada en la industria de los abrasivos se pueden mezclar con otras partículas abrasivas o no abrasivas conocidas. En algunas realizaciones, al menos el 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95 o incluso el 100 por ciento en peso de la pluralidad de partículas abrasivas que tienen una clasificación nominal o una clasificación por tamizado nominal especificada en la industria de los abrasivos son partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada producidas según la presente descripción, basándose en el peso total de la pluralidad de partículas abrasivas.

Las partículas adecuadas para mezclar con las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada incluyen granos abrasivos convencionales, granos de diluyente, o aglomerados erosionables, tales como los descritos en las patentes US-4.799.939 y 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. Las mezclas de partículas 20 abrasivas conformadas con diferentes formas con una pared 22 lateral inclinada (por ejemplo, triángulos y cuadrados) o las mezclas de partículas 20 abrasivas conformadas con diferentes ángulos de incidencia (por ejemplo, partículas que tienen un ángulo de incidencia de 98 grados mezcladas con partículas que tienen un ángulo de incidencia de 120 grados) pueden usarse en los artículos de esta invención.

Las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada 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 conformadas. 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 superficial puede evitar que la partícula abrasiva conformada tenga 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 se están esmerilando quedan soldadas a las partes superiores de las partículas abrasivas conformadas. Los revestimientos de superficie para realizar las funciones anteriores son conocidos por los expertos en la materia.

Artículo abrasivo que tiene partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada

Haciendo referencia a las FIGS. 1C, 4C y 5C, un artículo 40 abrasivo revestido comprende un soporte 42 que tiene una primera capa de aglutinante, denominada en adelante el revestimiento 44 de inclusión, aplicada sobre una primera superficie principal 41 del soporte 42. Una pluralidad de partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada que forman una capa abrasiva están unidas o parcialmente integradas en el revestimiento 44 de inclusión. Sobre las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada está presente una segunda capa de aglutinante, denominada en adelante el revestimiento 46 de apresto. La función del revestimiento 44 de inclusión consiste en fijar las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada al soporte 42, y la función del revestimiento 46 de apresto consiste en reforzar las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada. La mayor parte de las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada están orientadas de modo que la punta 48 o puntos de vértice están alejados del soporte 42 y las partículas abrasivas conformadas se apoyan en la pared 22 lateral inclinada y quedan ladeadas o inclinadas tal como se muestra.

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 invención 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 invención 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 alcance de esta invención también está incluido que las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada puedan utilizarse en un artículo abrasivo unido, un artículo abrasivo no tejido o cepillos abrasivos. Un abrasivo unido puede comprender una pluralidad de las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada unidas entre sí mediante un aglutinante para formar una masa conformada. El aglutinante de un abrasivo unido puede ser metálico, orgánico o vítreo. Un abrasivo no tejido comprende una pluralidad de las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada unidas a una banda no tejida fibrosa mediante un aglutinante orgánico.

Método de producción de partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada

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 del 2 % al 90 % en peso de las partículas que se pueden convertir en alfa-alúmina, tal como partículas de 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 por ciento a 50 por ciento, o de 40 por ciento a 50 por ciento, en peso de sólidos.

También se pueden usar otros óxidos de aluminio que no sean bohemita. La bohemita se puede preparar por técnicas conocidas o se puede obtener comercialmente. Los ejemplos de bohemita comercial incluyen productos que tienen las marcas registradas “DISPERAL”, y “DISPAL”, ambas comercializadas por Sasol North America, Inc. o “HiQ-40” comercializada por BASF Corporation. Estos óxidos de aluminio monohidratados son relativamente puros, es decir, incluyen relativamente poca cantidad, en su caso, de fases hidrato diferentes a monohidrato, y tienen un área superficial elevada. Las propiedades físicas de las partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada resultantes dependerán generalmente del tipo de material usado 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 nuclee la transformación. La cantidad de agente nucleante, si se utiliza, debería ser suficiente para llevar a cabo la transformación de la alfa-alúmina. La nucleación de este tipo de dispersiones abrasivas se describe en US-4.744.802 de Schwabel.

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

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

La segunda etapa del proceso implica proporcionar un molde que tiene al menos una cavidad 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. 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, o 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 o termoplástica se puede reproducir a partir 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 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 ser desde una abertura en la superficie superior o la superficie inferior del molde. 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 inclinada mejora el rendimiento de esmerilado y permite una eliminación más sencilla de las partículas abrasivas precursoras del molde. 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. La profundidad de una cavidad dada puede ser uniforme o puede variar a lo largo de su longitud y/o anchura. Las cavidades de un molde dado pueden tener la misma forma o formas diferentes.

La tercera etapa de proceso implica llenar las cavidades del molde con la dispersión abrasiva mediante cualquier técnica convencional. En algunas realizaciones, se puede usar un revestidor de rodillos con cuchilla o una matriz ranurada al

vacío. Se puede usar una liberación del molde para ayudar a retirar las partículas del molde si se desea. Los agentes de liberación del molde típicos incluyen aceites tales como aceite de cacahuete o aceite mineral, aceite de pescado, siliconas, politetrafluoroetileno, estearato de cinc y grafito. En general, entre el 0,1 % y el 5 % en peso de agente de liberación del molde, tal como aceite de cacahuete, en un líquido, tal como agua o alcohol, se aplica en las superficies de la herramienta de producción en contacto con el sol-gel, de modo que entre 0,015 mg/cm$^2$ y 0,465 mg/cm$^2$ (0,1 mg/pulgada$^2$ y 3,0 mg/pulgada$^2$) o entre 0,015 mg/cm$^2$ y 0,775 mg/cm$^2$ (0,1 mg/pulgada$^2$ y 5,0 mg/pulgada$^2$) del agente de liberación del molde está presente por unidad de área del molde cuando se desea una liberación del molde. En una realización, la superficie superior del molde se reviste con la dispersión abrasiva. La dispersión 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, 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 100 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 20 abrasivas conformadas resultantes.

La cuarta etapa del proceso implica retirar el componente volátil para secar la dispersión. De forma deseable, el componente volátil se elimina con velocidades de evaporación rápidas. En algunas realizaciones, la eliminación del componente volátil mediante evaporación se produce a temperaturas superiores al punto de ebullición del componente volátil. El límite superior de la temperatura de secado frecuentemente depende del material del que está fabricado el molde. Para la herramienta de polipropileno, la temperatura debería ser inferior al punto de fusión del plástico.

En una realización, para una dispersión de agua entre el 40 y el 50 por ciento de sólidos y un molde de polipropileno, las temperaturas de secado pueden estar entre 90 grados C y 165 grados C, o entre 105 grados C y 150 grados C, o entre 105 grados C y 120 grados C. Temperaturas más elevadas pueden dar lugar a la formación de aberturas más grandes, aunque también pueden dar lugar a la degradación de la herramienta de polipropileno, limitando su duración como molde.

En una realización, se produjo una muestra de sol-gel de bohemita usando la siguiente receta: óxido de aluminio monohidratado en polvo (1600 partes), que tiene la designación comercial "DISPERAL", se dispersó mezclando con alto cizallamiento una solución que contiene agua (2400 partes) y ácido nítrico acuoso al 70 % (72 partes) durante 11 minutos. El sol-gel resultante se envejeció durante al menos 1 hora antes del revestimiento. El sol-gel se forzó al interior de herramientas de producción con cavidades de molde en forma triangular con una profundidad de 0,71 mm (28 mils) y 2,79 mm (110 mils) en cada lado y con una pared lateral inclinada con un ángulo α de incidencia entre la pared lateral y la parte inferior del molde.

El sol-gel se forzó al interior de las cavidades con una espátula de 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 1 % en metanol, para revestir la herramienta de producción, de modo que se aplicaron 0,077 mg/cm$^2$ (0,5 mg/pulgada$^2$) de aceite de cacahuete en la herramienta de producción. El exceso de metanol se eliminó introduciendo las hojas de la herramienta de producción en un horno de convección de aire durante 5 minutos a 45 °C. La herramienta de producción revestida con sol-gel se introdujo en un horno de convección de aire a 45 °C durante al menos 45 minutos para su secado. Las partículas abrasivas conformadas precursoras se extrajeron de la herramienta de producción haciéndola pasar por una punta ultrasónica. Estas partículas abrasivas conformadas precursoras se pueden tratar térmicamente para producir partículas 20 abrasivas conformadas con una pared 22 lateral inclinada.

La quinta etapa del proceso implica retirar las partículas abrasivas conformadas precursoras con una pared lateral inclinada de las cavidades del molde. Las partículas abrasivas conformadas precursoras con una pared lateral inclinada se pueden retirar de las cavidades usando los siguientes procesos, únicamente o combinados, en el molde: gravedad, vibración, vibración ultrasónica, vacío o aire a presión para retirar las partículas de las cavidades del molde.

Las partículas abrasivas precursoras con una pared lateral inclinada se pueden secar de forma adicional 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 conformadas 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.

La sexta etapa del proceso implica calcinar las partículas abrasivas conformadas precursoras con una pared 22 lateral inclinada. Durante la calcinación se eliminan prácticamente todos los materiales volátiles, y los diferentes componentes que están presentes en la dispersión abrasiva se transforman en óxidos de metal. Las partículas abrasivas conformadas precursoras por lo general se calientan a una temperatura de 400 °C a 800 °C, y se mantienen 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. Se puede introducir una sal soluble en agua mediante impregnación en el interior de los poros de las partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas. De este modo, las partículas abrasivas conformadas precursoras se vuelven nuevamente a tratar térmicamente. Esta opción se describe detalladamente en la solicitud de patente europea n.° 293.163.

La séptima etapa del proceso implica la sinterización de las partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas para formar partículas de alfa-alúmina. Antes de la sinterización, las partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas no están completamente compactadas y, por tanto, carecen de la dureza deseada para su uso como partículas abrasivas conformadas. La sinterización se lleva a cabo mediante el calentamiento de las partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas a una temperatura comprendida de desde 1.000 grados C a 1.650 grados 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 por ciento en volumen. El tiempo durante el cual las partículas abrasivas conformadas precursoras calcinadas deben estar expuestas a la temperatura de sinterización para conseguir este nivel de conversión depende de varios factores, pero normalmente será entre cinco segundos y 48 horas, de forma típica. En otra realización, la duración de la etapa de sinterización está comprendida entre un minuto y 90 minutos. Después de la sinterización, las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada pueden tener una dureza Vickers de 10 GPa, 16 GPa, 18 GPa, 20 GPa, o superior.

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. Además, las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada pueden tener ranuras en una de las caras.

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

Ejemplos

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.

Preparación de partículas abrasivas conformadas dopadas con REO con pared lateral inclinada

Se produjo una muestra de sol-gel de bohemita usando la siguiente receta: óxido de aluminio monohidratado en polvo (1600 partes), que tiene la designación comercial "DISPERAL", se dispersó mezclando con alto cizallamiento una solución que contiene agua (2400 partes) y ácido nítrico acuoso al 70 % (72 partes) durante 11 minutos. El sol-gel resultante se envejeció durante al menos 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 α de incidencia entre la pared lateral y el fondo del molde era diferente para cada herramienta de producción. El ángulo α de incidencia era de 90 grados para la primera herramienta, 98 grados para la segunda herramienta, 120 grados para la tercera herramienta y 135 grados para la última herramienta. La herramienta de producción con un ángulo de incidencia de 98 grados se fabricó para tener un 50 % de las cavidades de molde con 8 aristas paralelas que ascienden desde las superficies inferiores de las cavidades que intersecan con un lado del triángulo en un ángulo de 90 grados, y las cavidades restantes tenían una superficie de 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 grados entre las caras de cada arista en la punta.

El sol-gel se forzó al interior de las cavidades con una espátula de forma que todas las aberturas de la herramienta de producción quedaron completamente llenas. Se usó un agente de liberación de molde, aceite de cacahuete al 1 % en metanol, para revestir la herramienta de producción con aproximadamente 0,77 mg/cm$^2$ (0,5 mg/pulgada$^2$) de aceite de cacahuete aplicado en la herramienta de producción. El exceso de metanol se eliminó introduciendo las hojas de la herramienta de producción en un horno de convección de aire durante 5 minutos a 45 grados C. La herramienta de producción revestida con sol-gel se introdujo en un horno de convección de aire a 45 grados C durante al menos 45 minutos para su secado. Las partículas abrasivas conformadas precursoras se extrajeron de la herramienta de producción haciéndola pasar por una punta ultrasónica. Las partículas abrasivas conformadas precursoras se calcinaron a aproximadamente 650 grados centígrados y a continuación se saturaron con una solución mixta de nitrato con la siguiente concentración (indicada en óxidos): 1,8 % de cada uno de MgO, $Y_2O_3$, $Nd_2O_3$ y $La_2O_3$. El exceso de solución de nitrato se eliminó, y las partículas abrasivas conformadas precursoras saturadas se dejaron secar, después de lo cual, las partículas se volvieron a calcinar a 650 grados centígrados y se sinterizaron a aproximadamente 1400 grados centígrados. Tanto la calcinación como la sinterización se llevaron a cabo usando hornos de tubo giratorio.

Después de producir las partículas abrasivas conformadas con paredes laterales inclinadas que tienen los cuatro ángulos de incidencia diferentes, se produjeron discos abrasivos revestidos. Las partículas abrasivas conformadas con paredes laterales inclinadas se revistieron electrostáticamente sobre un disco de fibra de 177,8 mm (7 pulgadas) de diámetro con un orificio central de 22,2 mm (7/8 de pulgada) usando resinas fenólicas

en el revestimiento de inclusión y el revestimiento de apresto, tal como se muestra en la Tabla 1. La resina fenólica puede ser producida a partir de resina de fenol-formaldehído, resol, un condensado con una relación de 1,5:1 a 2,1:1 (fenol:formaldehído) catalizado por el 1 % al 5 % de hidróxido de potasio.

Tabla 1: Formulación de revestimiento de inclusión y de apresto

| Ingredientes | Revestimiento de inclusión | Revestimiento de apresto |
|---|---|---|
| Resina fenólica | 49,15 % | 29,42 % |
| Agua | 10,19 % | 18,12 % |
| Carbonato de calcio | 40,56 % | 0,0 % |
| Criolita | 0,0 % | 50,65 % |
| Emulon A (BASF) | 0,10 % | 1,81 % |
| | 100,0 % | 100,0 % |

Se evaluó el rendimiento de esmerilado de las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada mediante el esmerilado de acero al carbono medio 1045 usando el siguiente procedimiento. Unos discos abrasivos con un diámetro de 17,8 cm (7 pulgadas) para evaluación se unieron a una esmeriladora dotada de una placa de soporte nervada para discos de 17,8 cm (7 pulgadas) (“80514 Extra Hard Red”, de 3M Company, St. Paul, Minnesota). A continuación, la esmeriladora se activó y forzó contra una cara extrema de una barra de acero 1045 pesada previamente de 1,9 x 1,9 cm (0,75 x 0,75 pulgadas) con una carga de 5,4 kg (12 libras). La velocidad de giro resultante de la esmeriladora con esta carga y contra esta pieza de trabajo fue de 5000 rpm. La pieza de trabajo se desgastó bajo estas condiciones durante un total de cincuenta (50) intervalos (pasadas) de esmerilado de 10 segundos. Después de cada intervalo de 10 segundos, la pieza de trabajo se enfrió a temperatura ambiente y se pesó para determinar el corte de la operación abrasiva. Los resultados se reportaron como el corte en aumento para cada intervalo y el corte total retirado. Si así se desea, el ensayo se puede automatizar utilizando equipos adecuados.

Haciendo referencia a las FIGS. 6 y 7, se ha representado la tasa de corte/tiempo y el corte total/tiempo. Tal como puede observarse, las partículas abrasivas conformadas que tienen una pared lateral inclinada con un ángulo de incidencia más grande que 90 grados superaron considerablemente el rendimiento de partículas abrasivas conformadas similares con un ángulo de incidencia de 90 grados. A medida que el ángulo de incidencia se aproxima a 135 grados, el rendimiento de las partículas abrasivas conformadas con una pared lateral inclinada empieza a deteriorarse rápidamente. Cuando se comparan las partículas abrasivas conformadas que tienen un ángulo de incidencia de 135 grados con las partículas abrasivas conformadas que tienen un ángulo de incidencia de 98 grados, la tasa de corte inicial fue similar, pero el corte total se redujo significativamente. Las partículas abrasivas conformadas que tienen un ángulo de incidencia de 120 grados mejoraron aproximadamente el 20 % el corte inicial y obtuvieron aproximadamente el mismo corte total que una mezcla de partículas abrasivas conformadas con un ángulo de incidencia de 98 grados (con y sin ranuras), lo que resultó inesperado. De forma incluso más sorprendente, las partículas abrasivas conformadas que tienen solamente un cambio de 8 grados en el ángulo de incidencia de 90 grados a 98 grados presentaron una gran mejora en el rendimiento. La tasa de corte inicial casi se dobló y la tasa de corte permaneció relativamente constante durante toda la duración del ensayo. Se cree que la tasa de corte más consistente es el resultado del uso de una mezcla del 50 % de partículas abrasivas conformadas con ranuras y el 50 % de partículas abrasivas conformadas sin ranuras.

Los expertos en la técnica pueden realizar otras modificaciones y variaciones a la presente divulgación sin alejarse del alcance de la presente divulgación, que se expone más concretamente en las reivindicaciones adjuntas. Se entiende que los aspectos de las diferentes realizaciones se pueden intercambiar en todo o en parte, o combinarse con otros aspectos de las diferentes realizaciones. La memoria descriptiva anterior, proporcionada para permitir a un experto en la técnica llevar a la practica la descripción reivindicada, no debe tomarse como una limitación del alcance de la descripción, que está definida mediante las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Partículas abrasivas que comprenden:

partículas (20) abrasivas conformadas cada una con una pared (22, 50, 54, 58) lateral inclinada, comprendiendo cada una de las partículas (20) abrasivas conformadas alfa-alúmina y teniendo una primera cara (24) y una segunda cara (26) separadas por un espesor, t,
en donde las partículas (20) abrasivas conformadas tienen una forma geométrica predeterminada que reproduce sustancialmente la cavidad de molde usada para conformar la partícula (20) abrasiva conformada,
comprendiendo además las partículas (20) abrasivas conformadas:

un ángulo α de incidencia entre la segunda cara (26) y la pared (22, 50, 54, 58) lateral inclinada, y el ángulo α de incidencia es entre 95 grados y 130 grados, o
la pared (22, 50, 54, 58) lateral inclinada tiene un radio, R, entre la primera cara (24) y la segunda cara (26) y el radio, R, es entre 0,5 y 2 veces el espesor t.

2. Las partículas abrasivas de la reivindicación 1 en donde un perímetro de la primera cara (24) y la segunda cara (26) comprende una forma sustancialmente triangular.

3. Las partículas abrasivas de la reivindicación 2 en donde el ángulo α de incidencia es entre 95 grados y 120 grados.

4. Las partículas abrasivas de la reivindicación 2 en donde el ángulo α de incidencia es entre 95 grados y 110 grados.

5. Las partículas abrasivas de las reivindicaciones 3 o 4 en donde la forma sustancialmente triangular comprende un triángulo equilátero.

6. Las partículas abrasivas de la reivindicación 1 que comprenden una primera pared (50) lateral inclinada que tiene un primer ángulo (52) de incidencia y una segunda pared (54) lateral inclinada que tiene un segundo ángulo (56) de incidencia, y en donde el primer ángulo (52) de incidencia tiene un valor diferente al del segundo ángulo (54) de incidencia.

7. Las partículas abrasivas de la reivindicación 1 que comprenden una primera pared (50) lateral inclinada que tiene un primer ángulo (52) de incidencia, una segunda pared (54) lateral inclinada que tiene un segundo ángulo (56) de incidencia, y una tercera pared (58) lateral inclinada que tiene un tercer ángulo (60) de incidencia, y en donde el primer ángulo (52) de incidencia, y el segundo ángulo (56) de incidencia, y el tercer ángulo (60) de incidencia son valores diferentes entre sí.

8. Un artículo (40) abrasivo revestido que comprende las partículas abrasivas de la reivindicación 1 y un revestimiento (44) de inclusión sobre una primera superficie principal (41) de un soporte (42) y una mayoría de las partículas (20) abrasivas conformadas adheridas al revestimiento (44) de inclusión por la pared (22, 50, 54, 58) lateral inclinada y con un ángulo β de orientación entre 50 grados y 85 grados, formando las partículas (20) abrasivas conformadas una capa abrasiva, estando revestida la capa abrasiva con un revestimiento (46) de apresto, y en donde la capa abrasiva comprende al menos 5 por ciento en peso de las partículas (20) abrasivas conformadas.

9. El artículo abrasivo revestido de la reivindicación 8 en donde la capa abrasiva es una capa abrasiva de revestimiento abierto y el porcentaje de área abierta en la capa abrasiva está entre el 10 % y el 90 %.

10. El artículo abrasivo revestido de la reivindicación 9 en donde el ángulo β de orientación es entre 60 grados y 85 grados.

11. El artículo abrasivo revestido de la reivindicación 8, 9 o 10, en donde el artículo abrasivo recubierto es un disco abrasivo.

12. El artículo abrasivo revestido de la reivindicación 8, 9 o 10, en donde el artículo abrasivo recubierto es una cinta abrasiva.

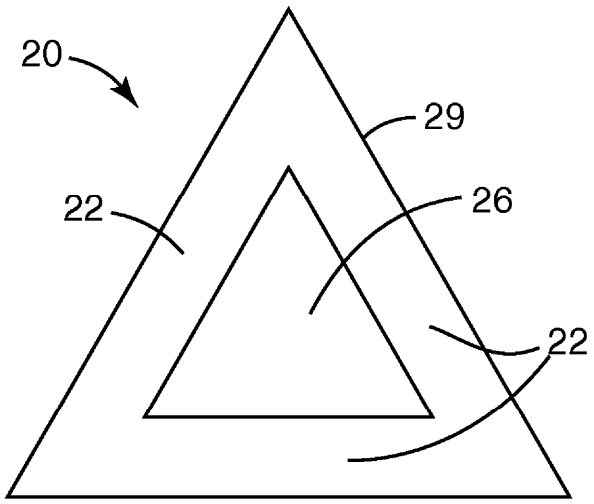


*Fig. 1A*

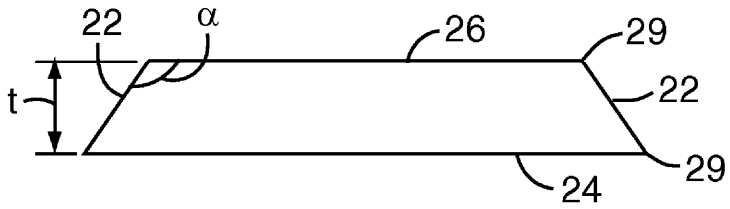


*Fig. 1B*

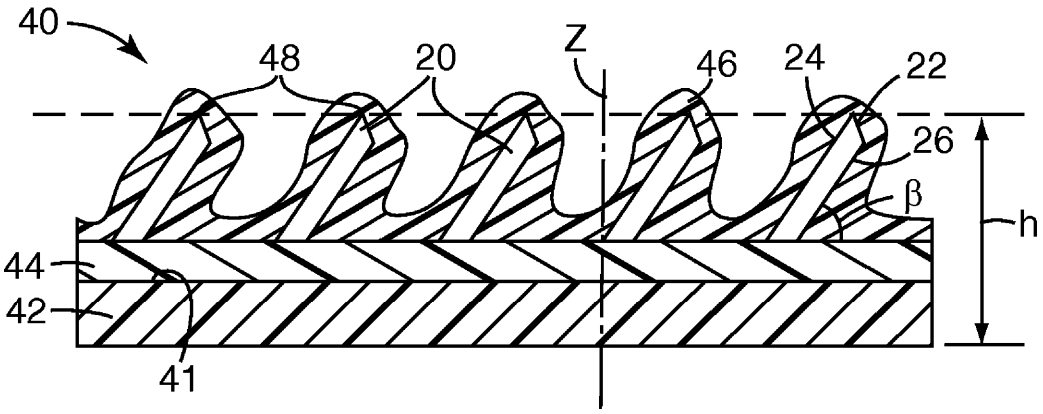


*Fig. 1C*

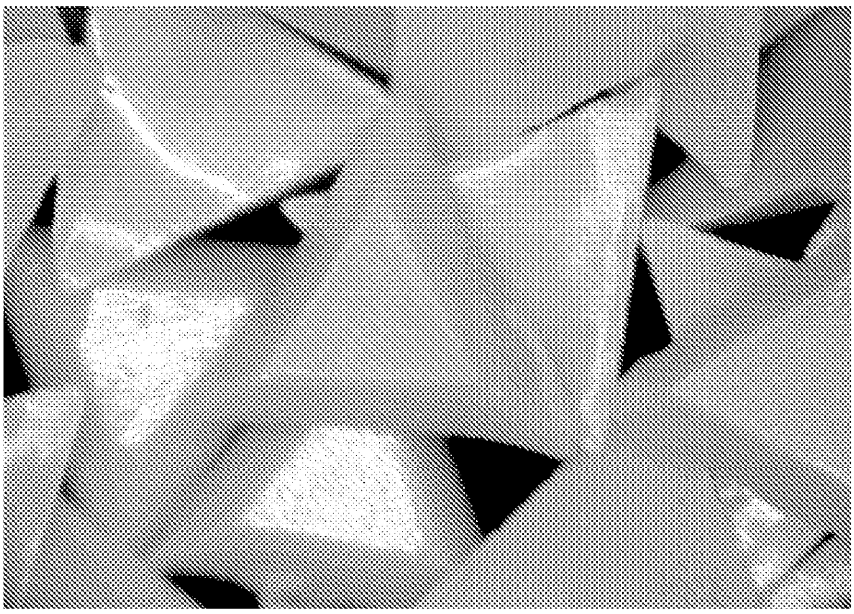

*Fig. 2*

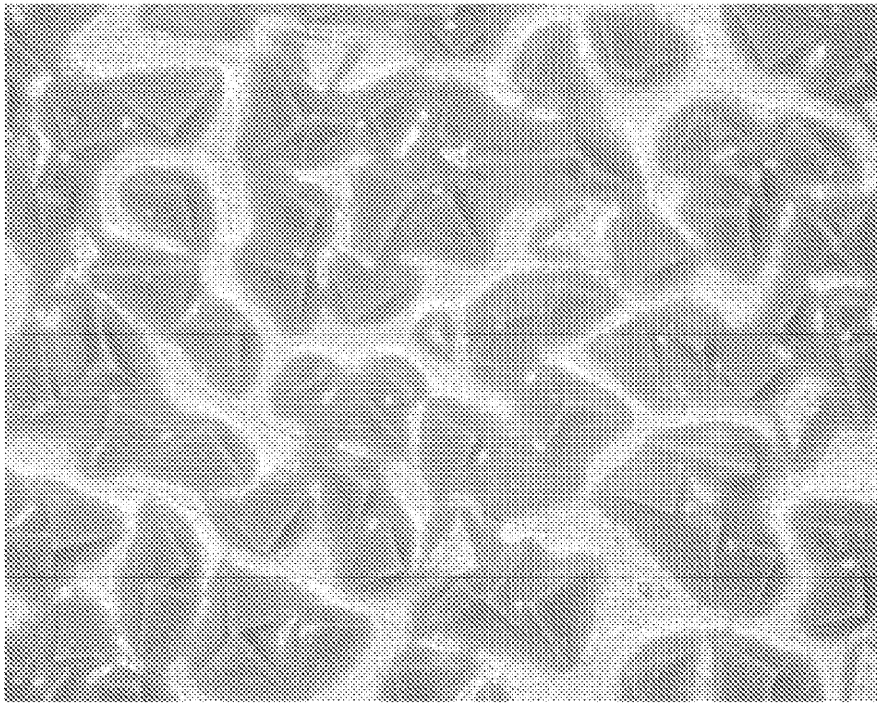

*Fig. 3*

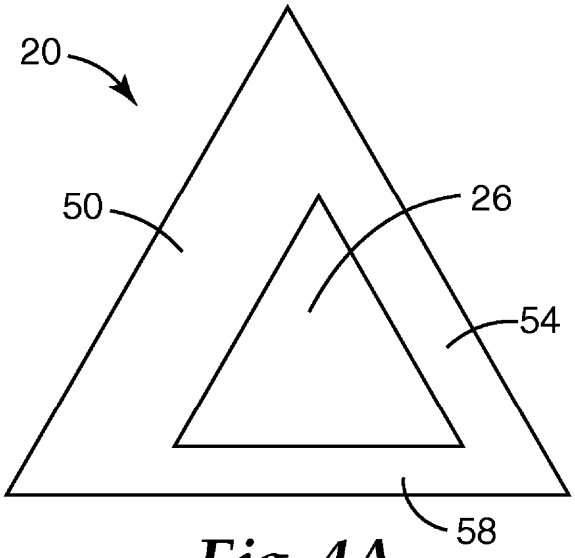


*Fig. 4A*

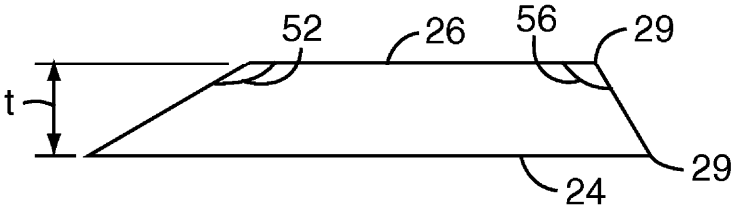


*Fig. 4B*

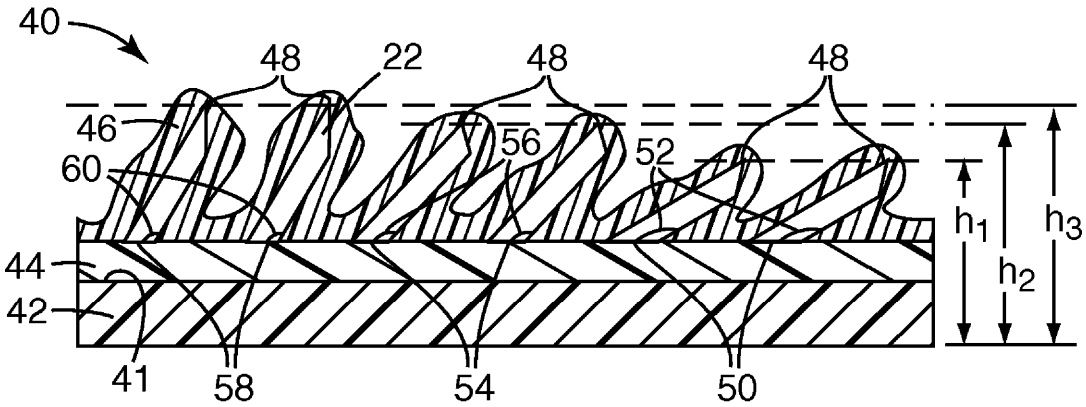


*Fig. 4C*

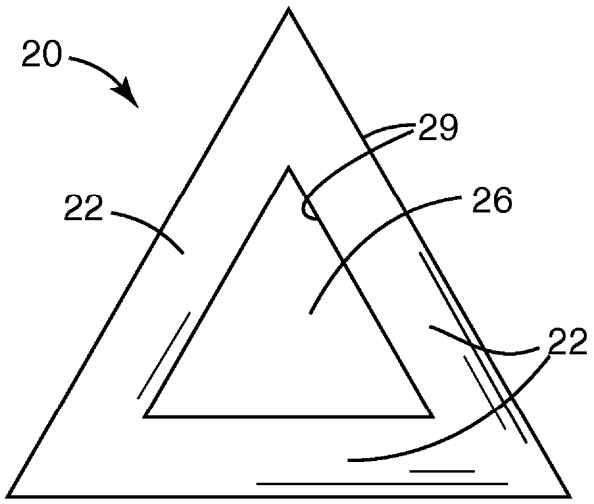


*Fig. 5A*

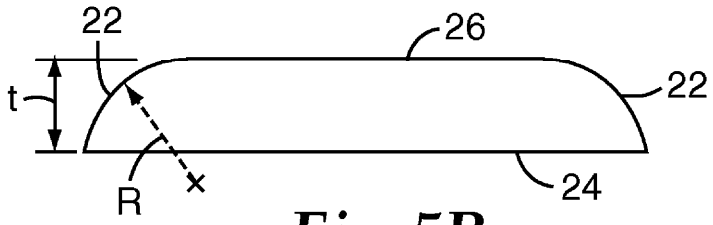


*Fig. 5B*

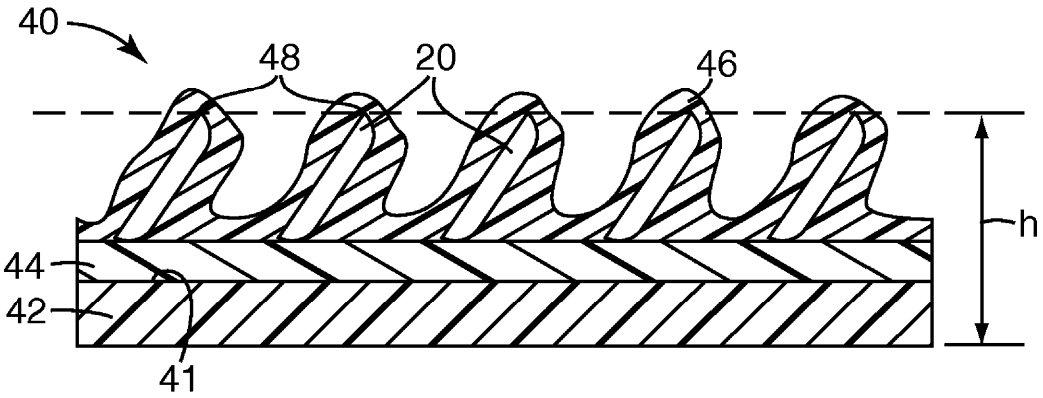


*Fig. 5C*

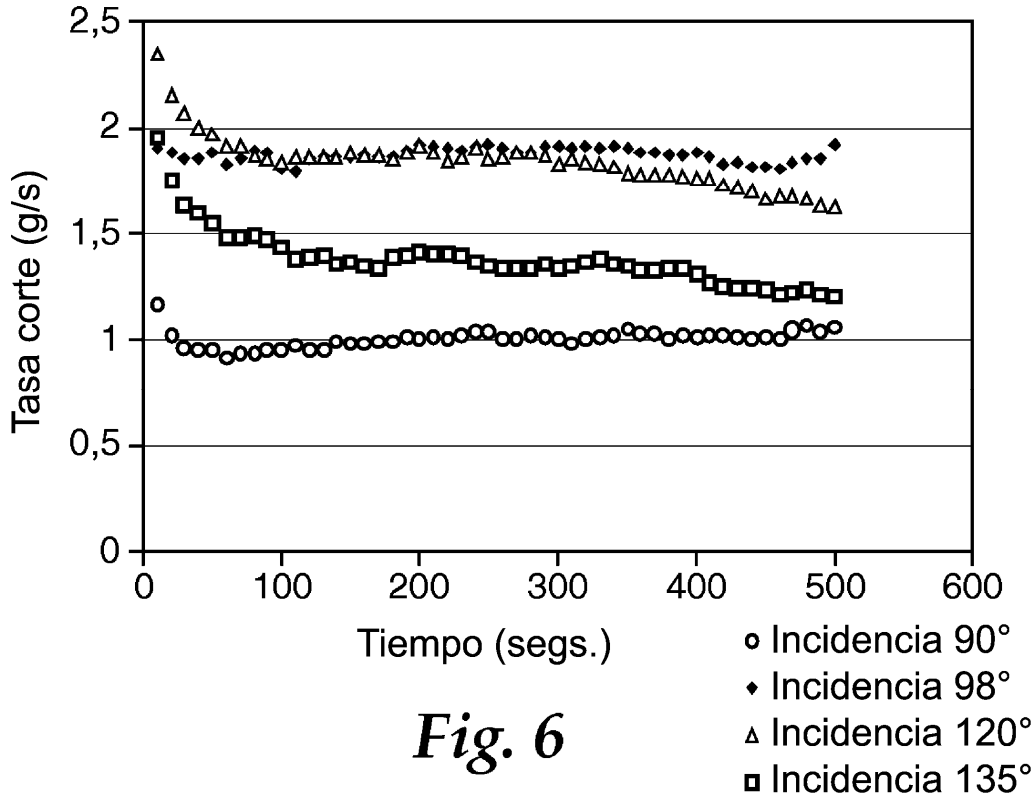
2,5
2
1,5
1
0,5
0
Tasa corte (g/s)
0
100
200
300
400
500
600
Tiempo (segs.)
Incidencia 90°
Incidencia 98°
Incidencia 120°
Incidencia 135°

*Fig. 6*

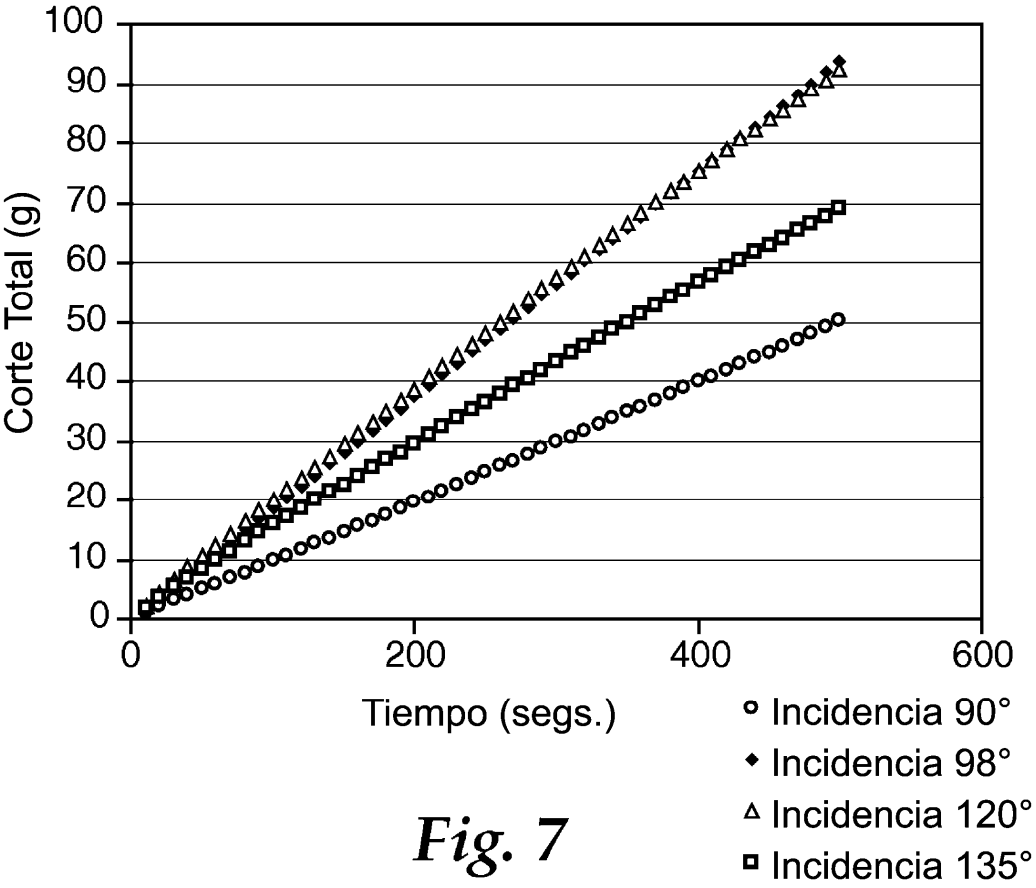
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Corte Total (g)
0
200
400
600
Tiempo (segs.)
Incidencia 90°
Incidencia 98°
Incidencia 120°
Incidencia 135°

*Fig. 7*

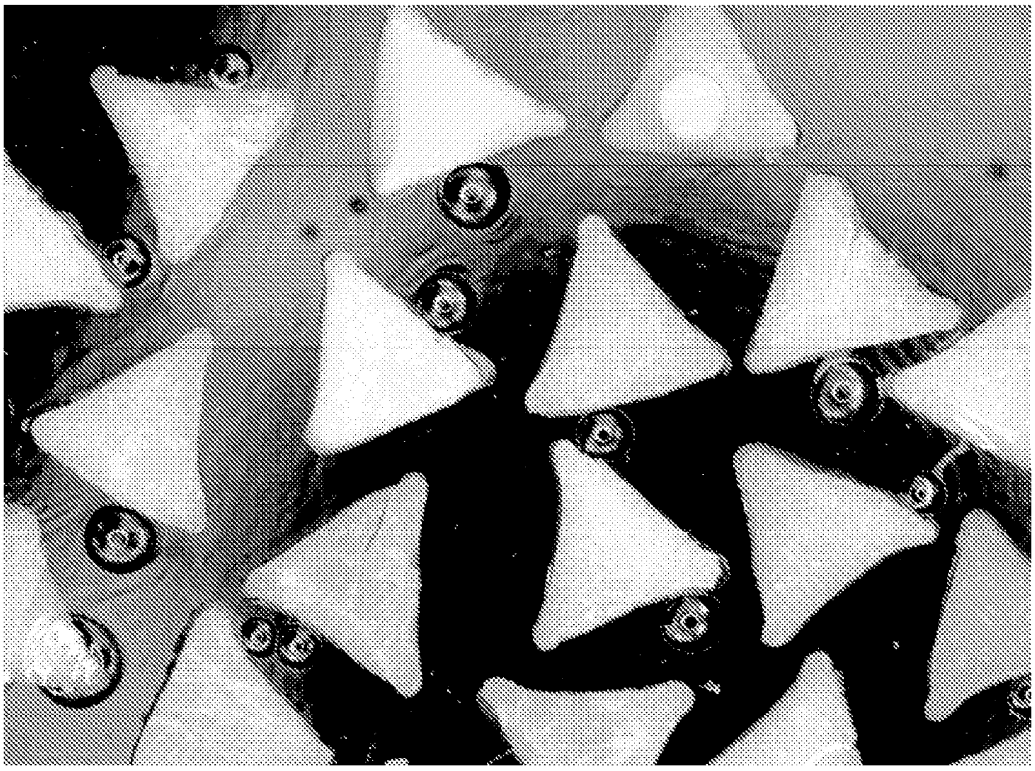

*Fig. 8*
TÉCNICA ANTERIOR

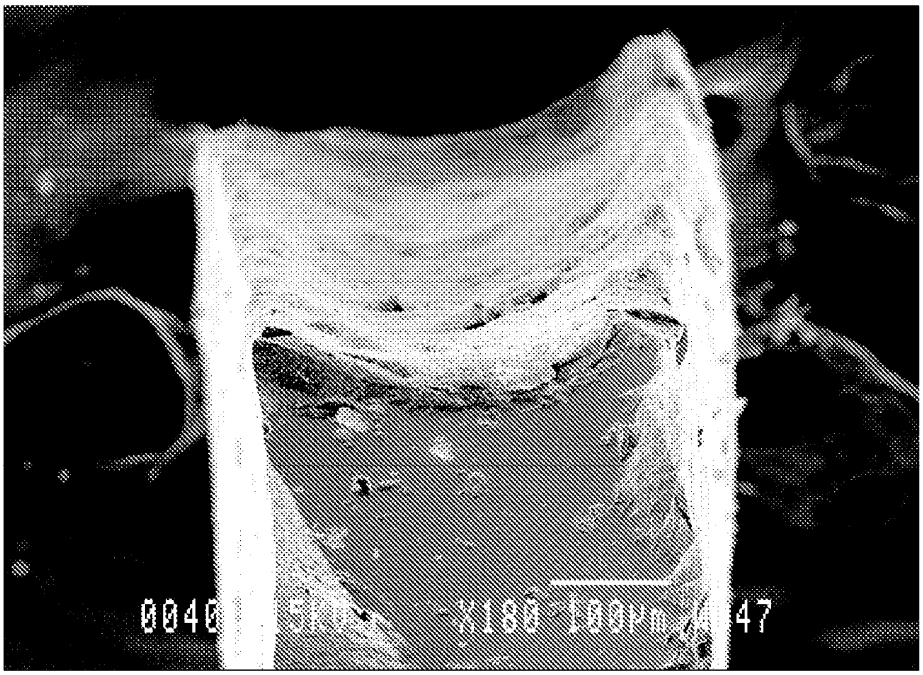

*Fig. 9*
TÉCNICA ANTERIOR

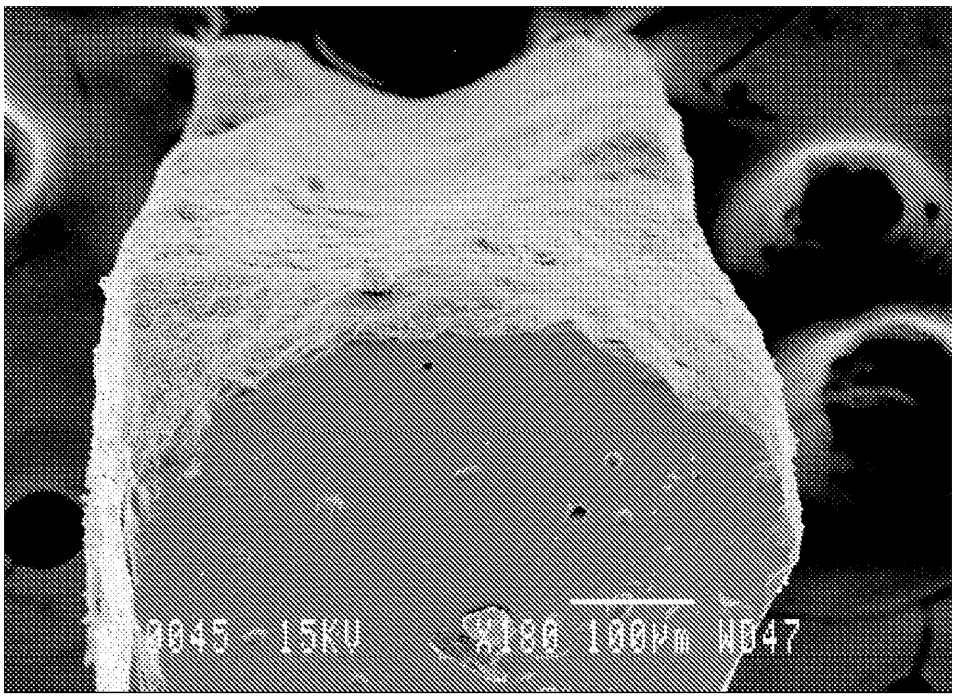


*Fig. 10*

TÉCNICA ANTERIOR

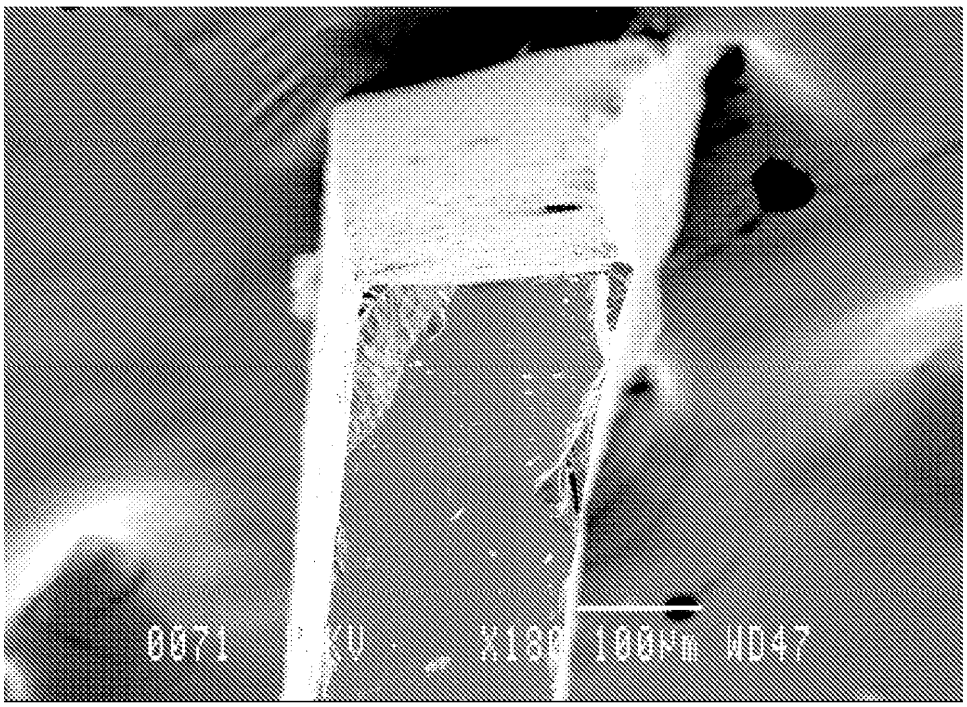


*Fig. 11*