



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 711**

51 Int. Cl.:

B24D 3/00 (2006.01)

B24D 3/10 (2006.01)

B24D 18/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03025604 .4**

96 Fecha de presentación : **17.05.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1393859**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.03.2004**

54 Título: **Herramienta microabrasiva con un aglutinante vítreo.**

30 Prioridad: **29.07.1999 US 363581**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

73 Titular/es: **Saint-Gobain Abrasives, Inc.**
1 New Bond Street, Box nº 15138
Worcester, Massachusetts 01615-0138, US

72 Inventor/es: **Manwiller, Kenneth E. y**
Hardy, Anne B.

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

ES 2 312 711 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).

ES 2 312 711 T3

DESCRIPCIÓN

Herramienta microabrasiva con un aglutinante vítreo.

5 El superpulido es un procedimiento usado para eliminar pequeñas cantidades de material de una pieza de trabajo. El superpulido se lleva a cabo comúnmente después de pulir para conseguir los siguientes objetivos: eliminar una capa superficial amorfa producida por el pulido, disminuir la aspereza superficial, mejorar la geometría de la parte, y proporcionar una topografía de superficie deseada. La eliminación de la capa amorfa mejora la resistencia de la pieza de trabajo al desgaste. La disminución de la aspereza de la superficie aumenta adicionalmente la capacidad de porte de carga de la pieza de trabajo y el patrón topográfico característico contribuye a la retención de aceite.

15 El superpulido se lleva a cabo generalmente usando una herramienta microabrasiva de unión vítrea formada por partículas abrasivas en una matriz de unión. Las herramientas "microabrasivas" se definen generalmente como herramientas abrasivas en las que el tamaño de las partículas abrasivas es de 240 grit (63 micrómetros) o más finas. Las herramientas microabrasivas se elaboran generalmente según uno de un par de procedimientos bien establecidos.

20 Según un procedimiento, se mezclan los granos abrasivos y un material de unión con aglutinantes, asistidos por una pequeña cantidad de líquido (por ejemplo, menos de 4% en peso). El líquido es normalmente agua. Esta mezcla "semi"-seca se enfría después a presión para darle forma y densidad verde. Finalmente, la forma verde se cuece para dar lugar a una herramienta microabrasiva.

25 Otro procedimiento incluso más antiguo para hacer productos microabrasivos es el denominado procedimiento de "moldeado". Según el procedimiento de moldeado, los granos abrasivos y el material de unión se mezclan con agua suficiente para producir una pasta vertible. Por consiguiente, el procedimiento de moldeado se considera un procedimiento húmedo. La pasta se vierte en un molde y se deja secar. La mezcla seca se cuece después para producir una herramienta abrasiva.

30 Una ventaja del procedimiento de moldeado es que mezclando los granos abrasivos y el material de unión en una pasta, se puede obtener una mejor distribución de los granos abrasivos y el material de unión (es decir, mejor mezclado) en comparación con lo que se obtiene típicamente con el mezclado seco o semi-seco.

35 Sin embargo, en ambos procedimientos formadores, se producen productos abrasivos en los que las partículas del material de unión y el abrasivo se dispersan no uniformemente. En el procedimiento semi-seco, esta dispersión no uniforme se debe a un mezclado incompleto del material de unión y los granos abrasivos. En el procedimiento húmedo, la no uniformidad se debe generalmente al depósito del material de unión y los granos abrasivos en relación unos con los otros.

40 A partir de Patent Abstract of Japan Vol. 97, Nº 5, 30 de mayo de 1997 (JP 09 001461 A), se conoce un artículo abrasivo. El artículo abrasivo contiene granos abrasivos de SiO₂ en una solución de alginato sódico que forma una capa de hidratación. A esta suspensión, se añade una solución del electrolito cloruro cálcico, de modo que la solución solidifique. Con el artículo abrasivo formado, es posible el pulido de precisión para obtener baja aspereza superficial.

45 El documento WO 96/0471 A describe un artículo abrasivo recubierto que tiene un relleno y una capa abrasiva recubierta sobre la primera superficie principal del relleno, donde la sección transversal de la capa abrasiva normal al grosor y en un punto central del grosor tiene un área de sección transversal total de aglomerados que es sustancialmente igual que en el punto a lo largo del grosor que es el 75% de la distancia entre el punto central y la cara de contacto. Adicionalmente se describe un artículo abrasivo que tiene un sistema de unión con un valor de dureza Knoop de al menos 70. Además, se describe un artículo abrasivo recubierto en forma de una pirámide de cuatro lados truncada o un cubo. Además, el documento WO 96/10471 A se refiere a un procedimiento para hacer los artículos abrasivos recubiertos mencionados anteriormente así como un procedimiento para desgastar por rozamiento una pieza de trabajo dura usando los artículos abrasivos recubiertos.

55 La invención está dirigida generalmente a un procedimiento para hacer una herramienta microabrasiva como se define en la reivindicación 1.

60 La herramienta microabrasiva se fabrica moldeando una pasta que incluye un líquido, granos abrasivos que tienen un tamaño de 240 grit (63 micrómetros) o más finos, un material de unión, un polímero de entrecruzamiento iónico, y por lo menos una fuente de cationes empleada como agente entrecruzante para formar una estructura de artículo moldeado verde. El polímero se entrecruza entonces iónicamente dentro del molde, en el que el polímero iónicamente entrecruzado fija la estructura del artículo moldeado verde.

65 El procedimiento se puede emplear para elaborar herramientas microabrasivas que tienen homogeneidad mejorada con respecto a los productos formados por los procedimientos convencionales de prensa semi-seca y moldeado. Mezclar los granos abrasivos y el material de unión en una pasta tiene la ventaja de que se logra una distribución más uniforme de los componentes que la que se obtiene generalmente por medio de procedimientos húmedos conocidos. Lo

ES 2 312 711 T3

hace, sin embargo, sin los típicos inconvenientes de los procedimientos húmedos convencionales. En los procedimientos, la rápida acción de fijado del polímero, fija o bloquea la microestructura de este sistema homogéneo, reduciendo o eliminando la tendencia de depósito no uniforme observada en los procedimientos húmedos. Por consiguiente, el artículo moldeado tiene densidad y dureza más uniforme en comparación con artículos hechos según procedimientos conocidos. La homogeneidad mejorada de la herramienta microabrasiva promueve mayor consistencia, uniformidad y eficacia en la realización del superpulido de la herramienta microabrasiva. Adicionalmente, se pueden producir artículos moldeados de alta calidad más consistentemente con los procedimientos de esta invención, y por consiguiente pueden reducirse las tasas de rechazo de productos. Aún más, los procedimientos de esta invención son adaptables y generalmente no son caros de llevar a cabo.

La Fig. 1 es una ilustración de entrecruzamiento de polímeros según esta invención.

La Fig. 2A es una micrografía de MEB que ilustra, a una ampliación de 250 veces, la dispersión del abrasivo (claro) en la unión (oscuro) en una muestra de microabrasivo prensada.

La Fig. 2B es una micrografía de MEB que ilustra, con una ampliación de 250 veces, la dispersión del abrasivo (claro) en la unión (oscuro) en una muestra microabrasiva entrecruzada de esta invención.

La Fig. 3A es una micrografía de MEB que ilustra; con una ampliación de 1000 veces, la dispersión del abrasivo (claro) en la unión (oscuro) en una muestra de microabrasivo prensada.

La Fig. 3B es una micrografía de MEB que ilustra, con una ampliación de 1000 veces, la dispersión del abrasivo (claro) en la unión (oscuro) en una muestra de microabrasivo entrecruzado de esta invención.

Las características y otros detalles del procedimiento se describirán más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos y se señalarán en las reivindicaciones. Se entenderá que las formas de realización particulares de la invención se muestran a modo de ilustración.

El procedimiento incluye moldear una pasta que incluye un líquido, granos abrasivos que tienen un tamaño de 240 grit (63 micrómetros) o más finos, un material de unión, un polímero entrecruzable iónicamente y una fuente de cationes empleada como agente entrecruzante. Los componentes de la pasta se pueden combinar en cualquier orden. Sin embargo, se prefiere que el polímero se mezcle con el componente líquido, seguido por la adición de los granos abrasivos. A partir de entonces, se añaden para completar la pasta, el material de unión y, finalmente, una fuente de catión.

Se le da forma a la pasta en un molde adecuado, y después se enfría para producir el entrecruzamiento iónico del polímero con el fin de formar un artículo moldeado verde. El artículo moldeado verde se seca en el horno y posteriormente se cuece para vitrificar el material de unión y para eliminar el polímero entrecruzado iónicamente.

El componente líquido de la pasta se emplea para hacer que la pasta sea lo suficientemente fluida para el moldeo. Entre los ejemplos de líquidos adecuados se incluyen agua y mezclas de agua con cantidades menores de alcohol o disolventes orgánicos), modificador(es) de pH, modificadores reológicos, dispersante(s) y mezclas de los mismos. Preferentemente, el líquido es agua desionizada (DI). En una forma de realización especialmente preferida, el componente líquido incluye un dispersante, que se emplea para contribuir a la dispersión y estabilización de los granos abrasivos en la pasta. Un dispersante preferido es una solución de poliácido de amonio, como solución de poliácido de amonio Darvan®821 A (elaborada por R.T. Vanderbilt de Norwalk, Connecticut, EE.UU.). El citrato de amonio es otro dispersante adecuado que se puede emplear. En otras formas de realización, puede servir como dispersante un tensioactivo no iónico, como condensado de óxido de octifenol etileno (comercializado bajo la marca registrada, TRITON X-100, de Union Carbide, Danbury, Connecticut, EE.UU.). Típicamente, el dispersante está presente en el componente líquido en un intervalo de entre aproximadamente 0,01 y aproximadamente 10 por ciento, en volumen, preferentemente 1 a 6 por ciento. En una forma de realización preferida, la cantidad de dispersante es aproximadamente del dos por ciento, en volumen, del componente líquido.

El abrasivo es un material granular adecuado para la eliminación de material del metal, de materiales de cerámica, de materiales compuestos y de otras piezas de trabajo. Se puede emplear cualquier grano abrasivo. Los ejemplos de granos abrasivos especialmente adecuados incluyen los formados por óxido aluminico, zirconia de alúmina, alúmina alfa sinterizada por sol-gel, carburo de silicio, diamante, nitruro de boro cúbico, y mezclas de los mismos. Los granos abrasivos generalmente están presentes en un intervalo entre aproximadamente 80 por ciento en peso y aproximadamente 95 por ciento en peso de los sólidos, y también en un intervalo de entre aproximadamente 55 por ciento en peso hasta aproximadamente 70 por ciento en peso de la pasta total. Los ejemplos de la densidad de granos abrasivos adecuados incluyen una densidad de aproximadamente 3,21 g/cm³ para SiC, aproximadamente 3,5 g/cm³ para diamante, y aproximadamente 3,95 g/cm³ para Al₂O₃.

La pasta se mantiene lo suficientemente fluida para verter y para evitar o eliminar burbujas de aire. Preferentemente, el contenido de sólidos de la pasta no es más de aproximadamente 45% en volumen, para evitar la viscosidad excesiva de la pasta. Adicionalmente, la viscosidad de la pasta generalmente se hace más dependiente de la carga de sólidos a medida que el tamaño de la partícula se hace más fino, ya que las partículas más pequeñas son, generalmente, más

ES 2 312 711 T3

difíciles de dispersar. Por ejemplo, la viscosidad de una pasta que tiene un contenido en sólidos de aproximadamente 45% en volumen puede ser aceptable cuando el tamaño en grit es de, o cerca, de 320 grit, mientras que la viscosidad de una pasta que tiene un contenido en sólidos de más de aproximadamente 43% en volumen y un tamaño en grit de 1000 grit podría no ser aceptable.

Generalmente, el diámetro de los granos abrasivos está en el intervalo entre aproximadamente 1800 grit y aproximadamente 320 grit (que es entre aproximadamente 1 y aproximadamente 29 micrómetros). Se prefieren productos que tienen granos abrasivos de aproximadamente 30 micrómetros o menos para su uso en los procedimientos de esta invención.

En el tiempo entre que la arcilla se vierte y gelifica, las partículas abrasivas tienen oportunidad de depositarse. La tasa a la que las partículas se depositan depende, en parte, del tamaño de las partículas y de la viscosidad de la arcilla. Con o bien un aumento en el tamaño de las partículas o una disminución en la viscosidad de la pasta, aumentará la tasa a la que las partículas se depositan. Por ejemplo, mientras que se ha observado la deposición mínima con granos abrasivos que son aproximadamente de 600 grit (aproximadamente 8 micrómetros) o más finos, los granos de 320 grit pueden presentar tasas de deposición mayores a una viscosidad preferida de la pasta.

La tasa de deposición de la pasta se puede reducir aumentando su viscosidad. La viscosidad se puede aumentar, por ejemplo, añadiendo un polímero soluble en agua, como un polímero acrílico o polivinil alcohol. En una forma de realización específica, la viscosidad se puede aumentar añadiendo polivinil alcohol a la pasta. En formas de realización particularmente preferidas, se pueden añadir a la pasta soluciones de polivinil alcohol en la cantidad de aproximadamente 4% (Airvol®203, Air Products and Chemicals), o aproximadamente 6% (Airvol®205, Air Products and Chemicals) en peso de los componentes líquidos de la pasta. Los ejemplos de soluciones de polivinil alcohol adecuadas incluyen Airvol®203 y Airvol®205, ambas comercializadas por Air Products and Chemicals, Inc. La formación de burbujas consiguiente a la adición de polivinil alcohol se puede reducir o eliminar añadiendo un agente desespumante adecuado, como un aceite.

El material de unión es una unión vítrea adecuada, como se conoce en la materia. Los ejemplos de uniones vítreas adecuadas se describen en el documento U.S. 5.401.284, concedido a Sheldon y al., cuyos contenidos se incorporan en este documento por referencia en su totalidad. En una forma de realización preferida, el material de unión incluye un cristal de aluminosilicato ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$), pero también puede incluir otros componentes, como arcilla, feldepató y/o cuarzo. El material de unión está típicamente en la forma de partículas de frita de vidrio, o mezclas de unión de vidrio, adecuadas para cocerse en una matriz vitrificada, fijando por ello los granos abrasivos en forma de una estructura vítrea de composición dispersa y homogénea. Las partículas de frita de vidrio adecuadas, generalmente tienen un diámetro que está en el intervalo de entre aproximadamente 5 micrómetros y aproximadamente 30 micrómetros. Un material de unión especialmente preferido para usar en esta invención se describe en el "Ejemplo 1" de la Patente de EE.UU. 5.401.284; los contenidos de la Patente de EE.UU. 5.401.284 se incorporan en este documento por referencia en su totalidad. Generalmente, el material de unión forma entre aproximadamente 3,5 por ciento en peso y aproximadamente 7 por ciento en peso de la pasta. La densidad del material de unión es menos de $3,0 \text{ g/cm}^3$ y típicamente varía desde aproximadamente $2,1 \text{ g/cm}^3$ hasta aproximadamente $2,7 \text{ g/cm}^3$. Un ejemplo de una densidad especialmente adecuada de un material de unión es aproximadamente $2,4 \text{ g/cm}^3$. Así, las densidades de grano y de unión son significativamente diferentes y los tamaños de partícula pueden ser significativamente diferentes. Por consiguiente, el polímero entrecruzante se debería diseñar específicamente para manejar estos diferentes materiales en combinación.

Los polímeros adecuados para usar en esta invención generalmente tienen una viscosidad lo suficientemente baja para acomodar cargas sólidas elevadas, son fáciles de usar en la elaboración, y se pueden entrecruzar rápidamente. Preferentemente, el polímero es un polisacárido soluble en agua, goma gellan. La goma gellan es un heteropolisacárido de grado alimenticio producido por la fermentación de *Pseudomonas elodea* (ATCC 31461) y está comercializado bajo la marca registrada, Kelcogel® K9A50 (comercializado por Monsanto, NutraSweet Kelco Co., St. Louis, Missouri, EE.UU.). La goma gellan tiene típicamente una viscosidad de aproximadamente 0,04-0,08 Pa.s a concentración del 0,1% y 1000-2000 cP a concentración del 0,5% cuando se mide a 25°C con un viscosímetro Brookfield LVF a 60 rpm. La goma también tiene un punto de rendimiento reológico alto, una solución de 1% de goma con un valor de rendimiento de trabajo de 0,6 Pa como define la fuerza de rotura a una tasa de rotura de $0,01 \text{ s}^{-1}$. Además, la viscosidad de la goma gellan no se ve afectada típicamente por los cambios en el pH en el intervalo de 3-11. Los procedimientos para preparar goma gellan se describen en las Patentes de EE.UU. N° 4.326.052 y 4.326.053, cada una de las cuales se incorpora por la presente por referencia en su totalidad. La goma gellan se ha usado tradicionalmente en la industria como un agente gelificante en productos alimenticios.

Mientras que la goma gellan Kelcogel® K9A50 es un polímero preferido para usar en esta invención, se pueden emplear otros polímeros. Por ejemplo, se puede emplear alginato sódico Keltone® LV (Monsanto, NutraSweet Kelco Co., St. Louis, Missouri, EE.UU.). En una forma de realización preferida, el alginato sódico Keltone® LV se hidrata mezclando el alginato sódico Keltone® LV en un baño de agua a una temperatura elevada, como una temperatura de aproximadamente 80°C. Los polímeros de acrilato adecuados, tienen unas características de viscosidad en dispersiones acuosas similares a las de la goma gellan.

Generalmente, la cantidad de polímero empleado por los procedimientos de esta invención es muy pequeña en relación con la cantidad de monómero de acrilamida o acrilato típicamente usada en las técnicas de moldeado de gel de

ES 2 312 711 T3

cerámicas. Por ejemplo, mientras que un monómero usado en el moldeado de gel típicamente forma aproximadamente 15 a 25 por ciento en peso del contenido monómero/líquido total, el contenido de polímero empleado en esta invención está en el intervalo de entre 0,2% y 1,0%, en peso, del contenido polímero/líquido total.

5 Se emplea una fuente de cationes por separado como agente entrecruzante para permitir o facilitar el entrecruzamiento iónico del polímero. Los ejemplos de fuentes de cationes adecuadas incluyen el cloruro cálcico (CaCl_2) y el nitrato de Itrio ($\text{Y}(\text{NO}_3)_3$). Otros cationes adecuados que se pueden emplear incluyen iones de sodio, potasio, magnesio, calcio, bario, aluminio y cromo.

10 Al reducir la concentración del agente entrecruzante, se reduce la viscosidad de la pasta, mejorando por ello el mezclado y el vertido de la pasta y aumentando la carga de sólidos alcanzable. Una concentración relativamente baja del agente entrecruzante puede reducir el tiempo de secado y los costes de energía necesarios en la elaboración. Cuando se usa $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, puede ser suficiente por ejemplo, una concentración de aproximadamente 0,4% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en peso de los líquidos para formar una estructura adecuadamente rígida, entrecruzada en un intervalo relativamente amplio de tamaños en grit, como son tamaños en grit desde entre aproximadamente 600 hasta aproximadamente 1200, y con diferentes tipos de unión. En pastas muy cargadas, se puede reducir ligeramente la concentración del agente entrecruzante para mejorar la capacidad de flujo de la pasta. Además, un aumento en la concentración del agente entrecruzante (ion) generalmente aumenta la temperatura a la que se da el entrecruzamiento.

20 Los ingredientes de la pasta se pueden mezclar en un mezclador adecuado como un mezclador de fragmentación o por mezclado con rodillos con un molino de bolas. Preferentemente, se usan bolas de goma mejor que de cerámica, para evitar la contaminación de la pasta. El uso de un molino de bolas se puede complementar con el mezclado posterior en un mezclador de fragmentación elevada. El polímero se puede añadir a la pasta después de cambiar al mezclador de fragmentación elevada y se deja que se hidrate, seguido por la adición del agente entrecruzante.

25 Se da forma a la pasta en un molde adecuado. Los moldes para las partes a las que se da forma se pueden hacer con casi cualquier contenedor a prueba de escapes. Los ejemplos de materiales de contenedores adecuados incluyen el plástico, metal, cristal, Teflon[®] resinas de politetrafluoroetileno (E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware, USA), y goma de silicón.

30 Como se usa en la presente memoria descriptiva, el término "moldear" significa dar forma o ajustarse a. El polímero se entrecruza después para formar un artículo en el que se fija la estructura de los granos abrasivos y el material de unión. El entrecruzamiento de cadenas de polímero discretas 22 para formar una estructura intercerrada 24 se ilustra en la Fig. 1. Como se usa en la presente memoria descriptiva, el término "fijar", generalmente significa aumentar la integridad de la estructura y restringir el desplazamiento de cada una de las diferentes fases con respecto a las otras. Tanto la temperatura a la que tiene lugar el entrecruzamiento como la rigidez de la estructura fijada dependen del tipo de catión y de la concentración.

40 La pasta moldeada se enfría a una temperatura que produce el entrecruzamiento iónico del componente de polímero. Típicamente, la temperatura a la que el entrecruzamiento tiene lugar está por debajo de aproximadamente 45°C. En formas de realización preferidas, que usan goma gellan, el entrecruzamiento tiene lugar típicamente bajo enfriamiento a, por ejemplo, aproximadamente 34°C. La tasa a la que los entrecruzamientos de polímero se pueden aumentar, disminuyendo la temperatura atmosférica. Como ejemplo, el molde se puede enfriar en un refrigerador a, por ejemplo, -25°C. Alternativamente, el molde se puede enfriar en un baño de agua.

50 Después de que las cadenas poliméricas se hayan entrecruzado iónicamente para formar una matriz, fijando por ello la estructura de los sólidos en la pasta moldeada, el artículo se retira del molde y se seca al aire o en horno a temperatura ambiente, o a una temperatura de hasta 100°C, por ejemplo, 60 a 80°C, para formar un artículo seco en estado verde.

55 El artículo verde se cuece para vitrificar el material de unión y para quemar el componente de polímero. Generalmente, la cocción se lleva a cabo a una temperatura en un intervalo entre aproximadamente 800°C y aproximadamente 1300°C. Preferentemente, la cocción se lleva a cabo en una atmósfera inerte cuando el artículo contiene superabrasivo (por ejemplo, diamante o nitruro de boro cúbico). En una forma de realización especialmente preferida, el artículo seco se calienta a una tasa de 40°C/hora hasta 980°C. En esta forma de realización, el artículo se mantiene a 980°C durante aproximadamente 4 horas y después se vuelve a enfriar hasta aproximadamente 25°C.

60 Cuando el artículo cocido está en forma de herramienta microabrasiva, el artículo cocido típicamente tendrá una porosidad en un intervalo entre aproximadamente 30 y aproximadamente 70 por ciento en volumen. Preferentemente, la porosidad estará en el intervalo de entre aproximadamente 40 y aproximadamente 60 por ciento en volumen. El tamaño de poro medio típicamente está en un intervalo de entre aproximadamente 3 y aproximadamente 10 micrómetros, y los poros se dispersan sustancialmente uniformemente a lo largo del artículo. Los granos abrasivos, de la misma forma, están bien dispersados a lo largo de la estructura.

ES 2 312 711 T3

Un producto microabrasivo típico puede tomar la forma, por ejemplo, de una rueda, varilla, piedra, cilindro, copa, disco o cono. Como se menciona anteriormente, se pueden emplear las herramientas microabrasivas formadas por medio de los procedimientos de esta invención para superpulir una variedad de piezas de trabajo. El superpulido generalmente implica una oscilación de alta frecuencia, baja amplitud del microabrasivo frente a una pieza de trabajo en rotación. Este procedimiento se lleva a cabo típicamente a temperaturas relativamente bajas y a presiones relativamente bajas (es decir, menos de 90 libras por pulgada cuadrada ($6,2 \cdot 10^5$ pascales)). La cantidad de material eliminado de la superficie del artículo es menor de aproximadamente 25 micrómetros. Los ejemplos de dichas piezas de trabajo incluyen cojinetes de bolas y rodillos así como trayectorias de cojinetes, en los que las superficies se superpulen para dar un acabado de poca aspereza y mejorar la geometría de la parte como redondez. Otras aplicaciones para los productos abrasivos-de unión de la invención, incluyen, pero no se limitan a operaciones de afilado y pulido.

Cuando un producto abrasivo-de unión, como una varilla microabrasiva, se usa para superpulir una pieza de trabajo, como una rodadura de un cojinete, los granos abrasivos en la superficie de la varilla superpulen la pieza de trabajo cortando, surcando o frotando la superficie de la pieza de trabajo. Las fuerzas mecánicas producidas por estos mecanismos rompen la unión, que mantiene los granos abrasivos en una estructura de esqueleto. Como resultado, la superficie de superpulido de las partes aisladas de la varilla abrasiva, y los granos abrasivos frescos embebidos en la estructura de esqueleto están continuamente expuestos para cortar la superficie de la pieza de trabajo. Los poros en la estructura proporcionan los medios para recoger y eliminar gravilla (es decir, trocitos retirados durante el superpulido) para mantener una interfaz limpia entre la varilla microabrasiva y la pieza de trabajo. Los poros también proporcionan medios para el flujo de líquido refrigerante en la interfaz de la herramienta y la pieza de trabajo.

Debido a que las herramientas de superpulido se usan para la finalización fina de componentes de precisión, pequeñas irregularidades en la composición de la herramienta hacen que la herramienta no sea satisfactoria. Así, creando una estructura homogénea uniforme, las herramientas de superpulido de la invención son superiores.

Ejemplo 1

Las Tablas 1 y 2, a continuación, indican las masas preferidas de cada uno de los diferentes componentes usados para formar lotes de 200-g de pasta de esta invención. En las composiciones de la Tabla 1, la masa del material de unión (m_b) es aproximadamente el 6 por ciento en peso de la masa del abrasivo (m_a). En las composiciones de la Tabla 2, la m_b es aproximadamente el 10 por ciento en peso de la m_a . La columna de "sólidos por ciento en volumen" indica el porcentaje en volumen de la pasta formada por el abrasivo y el material de unión combinados. Las muestras descritas en las filas en cada tabla varían desde aproximadamente 30 hasta aproximadamente 45 por ciento en volumen de sólidos, aunque se pueden usar también porcentajes en volumen mayores y menores. Preferentemente, sin embargo, los sólidos se limitan a menos de aproximadamente 60 por ciento en volumen de la pasta porque, en porcentajes de sólidos más allá del 60 por ciento en volumen, la viscosidad de la pasta puede superar la que es práctica para el uso en los procedimientos de esta invención. En las Tablas 1 y 2, la densidad del abrasivo es $3,95 \text{ g/cm}^3$ y la densidad de la unión es $2,4 \text{ g/cm}^3$.

(Tabla pasa a página siguiente)

Tabla 1 ($m_b=0,06 m_a$)

Sólidos % volumen	Sólidos % en peso	g Sólidos	g H ₂ O & Dispers.	g gel Polímero	g grano (Al ₂ O ₃)	g Unión	g CaCl ₂ ·2H ₂ O	g Dispersante
30	62,33	124,65	73,35	0,440	117,60	7,05	0,293	1,467
31	63,43	126,85	71,15	0,427	119,67	7,18	0,285	1,423
32	64,49	128,99	69,01	0,414	121,69	7,30	0,276	1,380
33	65,53	131,06	66,94	0,402	123,65	7,42	0,268	1,339
34	66,54	133,08	64,92	0,390	125,55	7,53	0,260	1,298
35	67,52	135,03	62,97	0,378	127,39	7,64	0,252	1,259
36	68,47	136,93	61,07	0,366	129,18	7,75	0,244	1,221
37	69,39	138,78	59,22	0,355	130,93	7,85	0,237	1,184
38	70,29	140,58	57,42	0,345	132,62	7,96	0,230	1,148
39	71,16	142,33	55,67	0,334	134,27	8,05	0,223	1,113
40	72,01	144,03	53,97	0,324	135,88	8,15	0,216	1,079
41	72,84	145,69	52,31	0,314	137,44	8,24	0,209	1,046
42	73,65	147,30	50,70	0,304	138,97	8,34	0,203	1,014
43	74,44	148,87	49,13	0,295	140,45	8,42	0,197	0,983
44	75,20	150,41	47,59	0,286	141,90	8,51	0,190	0,952
45	75,95	151,90	46,10	0,277	143,31	8,60	0,184	0,922

Tabla 2 ($m_b=0,1m_a$)

Sólidos % en volumen	Sólidos % en peso	g Sólidos	g H ₂ O & Dispers.	g gel Polimero	g grano (Al ₂ O ₃)	g Unión	g CaCl ₂ .2H ₂ O	g Dispersante
30	62,02	124,04	73,96	0,444	112,76	11,27	0,296	1,479
31	63,12	126,25	71,75	0,431	114,77	11,48	0,287	1,435
32	64,20	128,39	69,61	0,418	116,72	11,67	0,278	1,392
33	65,24	130,47	67,53	0,405	118,61	11,86	0,270	1,351
34	66,25	132,49	65,51	0,393	120,45	12,04	0,262	1,310
35	67,23	134,46	63,54	0,381	122,24	12,22	0,254	1,271
36	68,18	136,37	61,63	0,37	123,97	12,40	0,247	1,233
37	69,11	138,23	59,77	0,359	125,66	12,56	0,239	1,195
38	70,02	140,03	57,97	0,348	127,30	12,73	0,232	1,159
39	70,90	141,79	56,21	0,337	128,90	12,89	0,225	1,124
40	71,75	143,50	54,50	0,327	130,46	13,04	0,218	1,090
41	72,58	145,17	52,83	0,317	131,97	13,20	0,211	1,057
42	73,40	146,79	51,21	0,307	133,45	13,34	0,205	1,024
43	74,19	148,38	49,62	0,298	134,89	13,49	0,198	0,992
44	74,96	149,92	48,08	0,288	136,29	13,63	0,192	0,962
45	75,71	151,42	46,58	0,279	137,66	13,76	0,186	0,932

ES 2 312 711 T3

Ejemplo 2

Se formó una muestra microabrasiva entrecruzada en forma de blanco de 101,6-x-152,4-x-25,4 mm, a partir de una arcilla que contenía 32,5 por ciento en volumen de sólidos (64,23 por ciento en peso). La arcilla incluía agua (104,29 g); goma gellan Kelcogel® KA50 (0,625 g) (de NutraSweet Kelco Co., St. Louis, Missouri, EE.UU.); grano abrasivo de alúmina de 600 grit (10-12 micrómetros) (175,18g) (obtenido de Saint-Gobain Industrial Ceramics, Worcester, Massachussets, EE.UU.); mezcla de unión de vidrio (17,527 g) (mezcla de unión VH, como describe la Patente de EE.UU. No. 5,401,284, Ejemplo 1, obtenida de Norton Company, Worcester, MA), CaCl₂.2H₂O (0,417 g); y poliacrilato Darvan® 821A (2,086 g) (de R.T. Vanderbilt, Norwalk, Connecticut, EE.UU.). Los ingredientes se mezclaron y se calentaron a 80°C para formar una pasta uniforme caliente. La pasta caliente se vertió después en un molde y se dejó enfriar en un refrigerador hasta que el polímero Kelcogel® KA50 formó una estructura entrecruzada.

La muestra se retiró del refrigerador, se secó con aire durante aproximadamente dos horas y después se coció en un horno a una tasa de 30°C/hora hasta 1000°C, en donde se mantuvo durante 4 horas. Después se apagó el horno para dejar que la muestra se enfriara de forma natural.

Por comparación, se formó otra muestra microabrasiva prensando en frío una composición que comprendía una mezcla de producto comercial de alúmina de 600 grit de Norton Company de grano abrasivo y unión (*es decir*, una mezcla usada para hacer el producto NSA600HBV de Norton Company), que contenía 84,7 por ciento en peso de grano y 15,3 por ciento en peso de unión. Esta muestra se coció de forma similar a la muestra microabrasiva entrecruzada.

La muestra entrecruzada tenía una densidad de 1,59 g/cm³, mientras que la mezcla comparativa comercial comprimida en frío tenía una densidad de 1,75 g/cm³.

Se determinó la variabilidad de dureza en cada muestra microabrasiva haciendo seis medidas de dureza en la superficie de la muestra (tres en la parte superior; tres en la parte inferior). De estas seis medidas se calcularon el valor de dureza media y la desviación estándar. La variabilidad de dureza porcentual (%Dv) se calculó después como la desviación estándar dividida por el valor de dureza media y se expresó como porcentaje, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\%Dv = 100 * \frac{(\text{Desv. Est.})}{(D \text{ media})}$$

Los valores de dureza (D) para las muestras entrecruzada y comprimida, expresados en unidades de Atlantic-Rockwell, se proporcionan en la Tabla 3, a continuación, junto con la desviación estándar de estos valores así como la variabilidad de dureza porcentual.

TABLA 3

	D. Media	Desv. Est.	%Dv
Blanco prensado comparativo	119	12	9,7
Invencción blanco de gel moldeado	128	8	6,2

Las Figs. 2A y 2B son micrografías comparativas obtenidas a partir de un microscopio electrónico de escaneo de las muestras prensadas y entrecruzadas respectivamente. La ampliación en ambas imágenes es de 250 veces. Comparando las imágenes, se puede ver fácilmente que las partículas de alúmina de color más claro están dispersas más uniformemente a lo largo de la unión de vidrio de color oscuro en la muestra entrecruzada de la Fig. 2B que en la muestra prensada de la Fig. 2A para dar un producto homogéneo.

Las imágenes de las Figs 3A y 3B incluyen micrografías de mayor ampliación de las muestras prensada y entrecruzada respectivamente. La ampliación de estas imágenes es 1000 veces. Una vez más, se puede ver fácilmente que el abrasivo de alúmina de color más claro está disperso más uniformemente en la unión de vidrio de color oscuro en la muestra entrecruzada de la Fig. 3B que en la muestra prensada de la Fig. 3A.

ES 2 312 711 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una herramienta microabrasiva de unión vítrea, que se puede obtener por un procedimiento que comprende las etapas de:
- a. moldear una pasta que comprende un líquido, granos abrasivos que tienen un diámetro de 240 grit (63 micrómetros) o más finos; un material de unión, un polímero entrecruzable iónicamente y por lo menos una fuente de cationes empleada como agente entrecruzante, en un molde para formar una estructura de artículo moldeado verde;
- 10 b. entrecruzar iónicamente el polímero en el molde, en el que el polímero entrecruzado iónicamente fija la estructura del artículo moldeado verde; y
- c. cocer el artículo moldeado verde para dar lugar a la herramienta microabrasiva.
- 15 2. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los granos abrasivos tienen un diámetro en el intervalo entre un micrómetro y treinta micrómetros.
3. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el procedimiento comprende adicionalmente la etapa de calentar la pasta hasta una temperatura en un intervalo entre 25°C y 95°C.
- 20 4. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el agente entrecruzante comprende CaCl_2 .
5. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el agente entrecruzante comprende $\text{Y}(\text{NO}_3)_3$.
6. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el procedimiento incluye adicionalmente las etapas de moldear la pasta caliente y enfriar la pasta moldeada.
- 30 7. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el polímero es un polisacárido soluble en agua.
8. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el polímero es una goma gellan de grado alimenticio.
- 35 9. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la cantidad de polímero es de aproximadamente el 0,2% a aproximadamente el 1,0% en peso, del polímero líquido combinado.
- 40 10. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el procedimiento incluye que artículo moldeado se cuece a una temperatura de hasta aproximadamente 1300°C después de entrecruzar el polímero.
11. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 10, en la que el procedimiento comprende la etapa de eliminar el líquido del artículo moldeado después de entrecruzar el polímero y antes de cocer.
- 45 12. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 11, en la que el procedimiento comprende que el polímero entrecruzado se elimina del artículo moldeado durante la cocción.
13. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 12, en la que el material de unión se vitrifica durante la cocción.
- 50 14. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 13, en la que el procedimiento comprende adicionalmente la etapa de retirar el artículo moldeado del molde antes de la cocción.
- 55 15. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 13, en la que el artículo cocido está en una forma seleccionada del grupo formado por una rueda, una varilla, una piedra, un cilindro, una copa, un disco y un cono.
- 60 16. La herramienta microabrasiva de unión vítrea de acuerdo con la reivindicación 13, en la que el artículo cocido tiene una porosidad entre aproximadamente el 30% y aproximadamente el 70%.
- 65

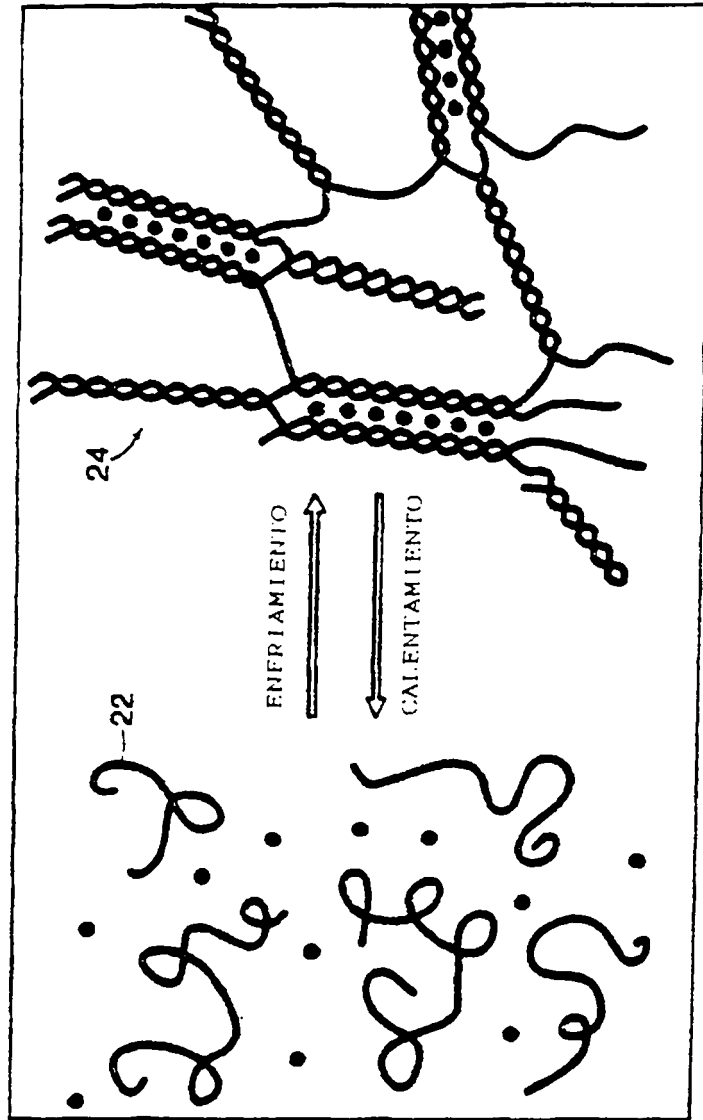


FIG. 1

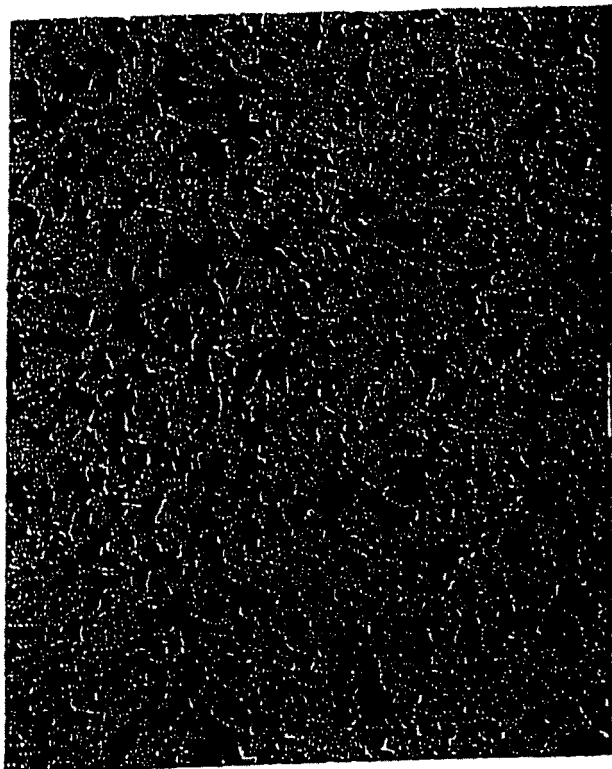


FIG. 2B

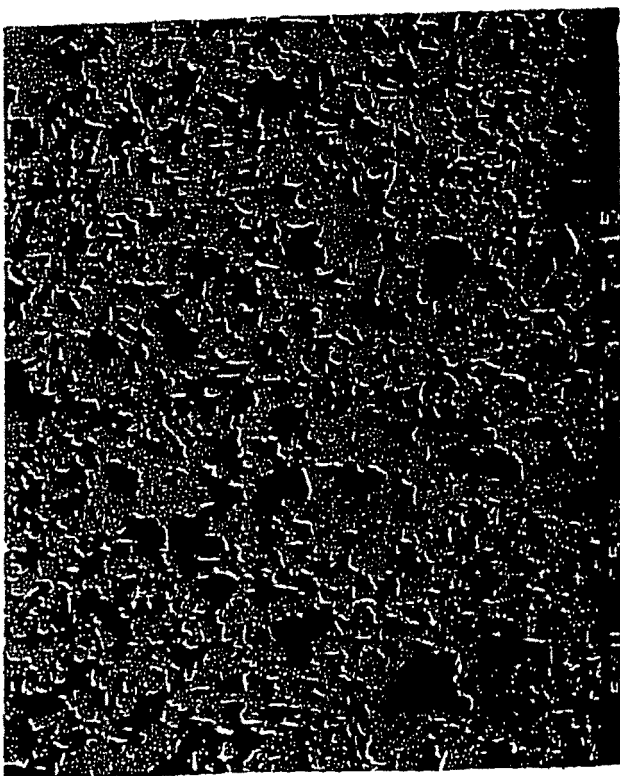


FIG. 2A

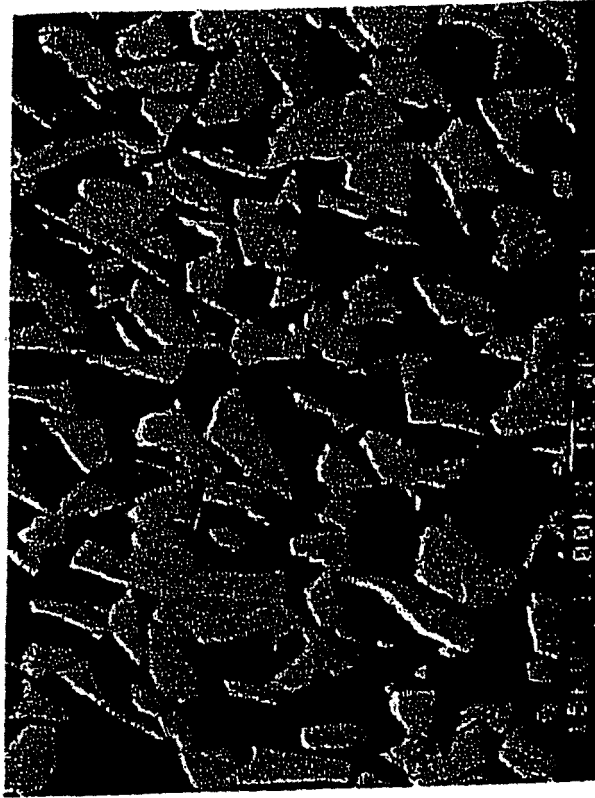


FIG. 3B



FIG. 3A