



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 284 034**

51 Int. Cl.:

C09K 3/14 (2006.01)

C09G 1/02 (2006.01)

C04B 41/91 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04749499 .2**

86 Fecha de presentación : **29.03.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1618163**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **25.01.2006**

54 Título: **Método para mecanizar cerámicos y monocristales.**

30 Prioridad: **25.04.2003 US 423283**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2007

73 Titular/es:
Saint-Gobain Ceramics and Plastics, Inc.
1 New Bond Street, Box Number 15138
Worcester, Massachusetts 01615-0138, US

72 Inventor/es: **Laconto, Ronald, W. y**
Ward, Douglas, E.

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

ES 2 284 034 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para mecanizar cerámicos y monocristales.

5 Antecedentes**Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general al mecanizado de sustratos cerámicos o monocristalinos, y en particular, al pulido de sustratos.

Descripción de la técnica relacionada

El mecanizado, y en particular, el pulido de sustratos se usa ampliamente para la formación de diversos dispositivos, incluyendo dispositivos microelectrónicos. Por ejemplo, durante el procesado de la oblea para formar dispositivos de circuito integrado, las obleas se someten a pulido químico-mecánico (CMP) para retirar capas y aplanar la oblea. En el área de la fabricación de cabezales magneto-resistivos (MR), los sustratos de aleación de aluminio se pulen para formar plantillas, y las superficies de cojinetes de aire de cabezales de lectura/escritura para unidades de disco duro (HDD) se pulen y aplanan.

En el contexto de mecanizado, las suspensiones de abrasivo se usan habitualmente en operaciones de bruñido así como en operaciones de pulido. El bruñido generalmente indica procesos que utilizan partículas abrasivas bastante grandes (por ejemplo, 2-10 micrómetros), y velocidades de retirada de material altas asociadas. El pulido, por otro lado, generalmente aprovecha partículas abrasivas más pequeñas, produce velocidades de retirada de material bastante bajas, y mejores acabados superficiales. Típicamente, uno de los objetivos de una operación de pulido es proporcionar una superficie plana que tiene una rugosidad superficial relativamente baja, sin defectos tales como arañazos, "piel de naranja", y "arranque" de material a lo largo de la superficie expuesta del sustrato. Además, con respecto a sustratos que tienen múltiples fases de materiales que se están puliendo (por ejemplo, una parte cerámica dura y una capa conductora blanda, tal como en el caso de cabezales de grabación HDD), también es importante para gestionar una operación de pulido que tiene una velocidad de retirada de material consistente a través de diferentes materiales, para evitar el pulido selectivo de materiales blandos del sustrato.

Un método para el electrometalizado de capas de contacto sobre componentes electrocerámicos se describe en el documento DE 10147897. El tratamiento químico y mecánico de las zonas a galvanizar de un electrocerámico se basa en el uso de un baño químico compuesto por una solución acuosa de ácido fosfórico que comprende abrasivos tales como SiC o corindón, que actúa sobre los componentes electrocerámicos. Este tratamiento mecánico y químico potencia la adherencia de las capas de contacto sobre las zonas a galvanizar.

En un esfuerzo por aumentar las velocidades de pulido, reducir la selectividad de retirada del material, y reducir los defectos, la tecnología de pulido ha evolucionado para combinar la retirada mecánica (es decir, abrasión) del material sustrato, junto con un proceso químico reactivo. Dichos procesos se han descrito en la industria como pulido químico-mecánico, CMP, como se ha indicado anteriormente. El desarrollo de los procesos CMP y suspensiones que contienen dichos componentes químicos y mecánicos se han estudiado intensivamente en ciertas áreas tales como el procesado de semiconductores. Sin embargo, continua existiendo una necesidad en la técnica para operaciones de mecanizado mejoradas y suspensiones para realizar dichas operaciones, y en particular, suspensiones y operaciones destinadas a pulir cerámicos que contienen aluminio, tales como alúmina, compuestos de alúmina, cerámicos que contienen aluminio que no es un óxido y similares.

Sumario

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para mecanizar un sustrato cerámico que contiene aluminio o sustrato de óxido de aluminio monocristalino. En primer lugar, se proporciona una suspensión entre el sustrato y una herramienta de mecanizado, y el sustrato se mueve respecto a la herramienta de mecanizado. La suspensión comprende un abrasivo y un aditivo que comprende un compuesto de fósforo. El abrasivo puede contener un abrasivo de alúmina.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para mecanizar un sustrato cerámico que contiene aluminio, en el que se proporciona una suspensión que contiene un abrasivo y un aditivo que comprende un compuesto de fósforo, poner en contacto el sustrato con una herramienta de mecanizado de manera que la suspensión se proporciona entre la herramienta de mecanizado y el sustrato, y mover al menos uno de los sustratos y la herramienta de mecanizado de manera que el sustrato se mueve respecto a la herramienta de mecanizado a una velocidad no menor de aproximadamente 2,0 metros/segundo.

Otra realización prevé una suspensión de pulido, que incluye: un medio líquido; un abrasivo disperso en el medio líquido; y un aditivo que comprende un compuesto de fósforo.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención puede entenderse mejor, y sus numerosos objetos, características, y ventajas se hacen evidentes para los especialistas en la técnica por referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 ilustra una vista esquemática de una estructura de pulido usada de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 ilustra el efecto de la velocidad de pulido sobre la velocidad de retirada de material de acuerdo con diversos ejemplos.

La Figura 3 ilustra el efecto del pH sobre la velocidad de retirada de material de acuerdo con diversos ejemplos.

La Figura 4 ilustra el efecto de un aditivo basado en fosfato a una suspensión de alúmina sobre la velocidad de retirada de material (MRR) de acuerdo con diversos ejemplos.

La Figura 5 ilustra el efecto de la concentración de un aditivo de fosfato particular sobre la velocidad de retirada de material.

El uso de los mismos símbolos de referencia en diferentes dibujos indica artículos idénticos o similares.

Descripción detallada

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método para mecanizar un sustrato cerámico. El sustrato cerámico contiene el elemento aluminio, e incluye óxido de aluminio y materiales cerámicos no óxidos. De acuerdo con el método, se proporciona una suspensión entre el sustrato y una máquina herramienta, y el sustrato se mueve respecto a la máquina herramienta para realizar la operación de mecanizado. De acuerdo con una característica particular de esta realización, la suspensión contiene un abrasivo de alúmina y un aditivo que contiene un compuesto de fósforo.

La suspensión generalmente se incluye en la categoría de suspensiones de pulido químico-mecánico (CMP). Eficazmente, el abrasivo de alúmina proporciona el componente mecánico, y el compuesto de fósforo es un componente químicamente activo para ayudar en la operación de mecanizado, tal como pulido.

Volviendo al abrasivo de alúmina, el tamaño medio de partícula puede estar dentro del intervalo de aproximadamente 0,05 micrómetros a aproximadamente 1,5 micrómetros. Típicamente, el tamaño medio de partícula está dentro de un intervalo más estrecho, tal como dentro de un intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 1,0 micrómetros, tal como de 0,10 a aproximadamente 0,50 micrómetros. La especificación de que el tamaño medio de partícula esté por debajo de 1,0 micrómetros generalmente indica un proceso de pulido en el que se proporciona un acabado superficial fino realizando la operación de mecanizado a velocidades de retirada de material bastante bajas. A tamaños medios de partícula por encima de aproximadamente 1 micrómetro, tal como del orden de 2 a 5 micrómetros, típicamente la operación de mecanizado se caracteriza como una operación de bruñido.

Como se ha indicado anteriormente, el sustrato cerámico generalmente contiene el elemento aluminio. La composición particular del sustrato puede variar, tal como óxido de aluminio (alúmina) o composiciones que contienen óxido de aluminio. Dichas composiciones generalmente incluyen al menos otro componente, y los ejemplos de dichos componentes incluyen aluminato de ytria, aluminosilicato, carburo de alúmina-titanio (AlTiC), oxinitruro de aluminio (AlON), y granates y espinelas que contienen aluminio. El sustrato puede ser policristalino o monocristalino. En el caso de alúmina, el material monocristalino se conoce como zafiro. Respecto a esto, el zafiro puede mecanizarse (por ejemplo, pulirse) a lo largo de uno de los planos cristalográficos comunes del material, tales como el plano c, el plano a, o el plano r. Además de materiales basados en óxido de aluminio, el sustrato cerámico puede estar formado por un material de aluminio que no es un óxido, tal como nitruro de aluminio.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el compuesto de fósforo contiene oxígeno, estando el oxígeno unido al elemento fósforo. Esta clase de materiales se conoce como materiales oxofosforosos. Preferiblemente, el compuesto oxofosforoso contiene fósforo en un estado de valencia de uno, tres o cinco, y en realizaciones particulares, el mecanizado eficaz se ha realizado utilizando un compuesto oxofosforoso en el que el fósforo está en un estado de valencia de cinco.

En ciertas realizaciones, el fósforo puede unirse al carbono además de al oxígeno, que generalmente forma compuestos orgánicos de fósforo conocidos como fosfonatos. Otros grupos de compuestos de fósforo incluyen fosfatos, pirofosfatos, hipofosfatos, subfosfatos, fosfitos, pirofosfitos, hipofosfitos y compuestos fosfonio. Las especies particulares de los compuestos de fósforo incluyen fosfato potásico, hexametafosfato sódico, ácido hidroxil fosfono acético (Belcor 575) y ácido aminotri-(metilfosfónico) (Mayoquest 1320).

Típicamente, la suspensión que contiene el componente abrasivo y el aditivo que contiene el compuesto de fósforo es acuosa, es decir, basada en agua. La suspensión puede tener un pH mayor de aproximadamente 8, tal como mayor de aproximadamente 8,5. El pH puede variar hasta un valor de aproximadamente once. Sin embargo, un intervalo

adecuado puede estar dentro de un intervalo ligeramente estrecho tal como de aproximadamente 9 a aproximadamente 9,5.

La Figura 1 ilustra un esquema de la estructura básica de un aparato de pulido de acuerdo con una realización de la presente invención. El aparato 1 incluye una máquina herramienta, que en este caso está formada por una almohadilla de pulido 10 y un rodillo, que soporta la almohadilla de pulido. El rodillo y la almohadilla de pulido son esencialmente del mismo diámetro. El rodillo puede girar alrededor de un eje central, a lo largo de una dirección de rotación como se ilustra mediante la flecha. Una plantilla 12 tiene una pluralidad de indentaciones circulares que alojan respectivamente sustratos 14, estando intercalados los sustratos 14 entre la almohadilla de pulido 10 y la plantilla 12. La plantilla 12, que lleva los sustratos 14, gira alrededor de su eje central. r_p representa el radio desde el centro de rotación de la almohadilla de pulido hasta el centro de la plantilla 12, mientras que r_i representa el radio desde un sustrato individual al centro de rotación de la plantilla. La configuración del aparato 1 es una configuración empleada habitualmente para operaciones de pulido, aunque pueden utilizarse configuraciones diferentes. En este caso particular, la velocidad o celeridad neta de los sustratos respecto a la almohadilla de pulido se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación. Concretamente, la fórmula general para la velocidad del rodillo rotatorio y la plantilla es:

$$(2 \cdot \pi \cdot r \text{ (pulgadas)} \times \text{rpm}) / 60 \times 39,37 = V \text{ (metros/segundo), que da:}$$

$$((2 \cdot \pi \cdot r_p \cdot \text{rpm}) / 60 \times 39,37) + ((2 \cdot \pi \cdot r_c \cdot \text{rpm}) / 60 \times 39,37) = V$$

Los cálculos se realizaron para determinar la velocidad rotacional de cada montaje de rodillo/almohadilla de pulido y la plantilla 12. Hasta aproximadamente la velocidad lineal (neta) del sustrato 14 respecto al montaje del rodillo, la mitad de la velocidad de la plantilla 14 se añadió a la velocidad del montaje de rodillo. Esta velocidad neta resultante representa realmente una media de la velocidad experimentada por los sustratos respecto al rodillo durante un ciclo de pulido. Respecto a esto, se observa que la velocidad real de los sustratos varía de acuerdo con la posición rotacional de los sustratos. Por ejemplo, en la posición de las nueve en punto, un sustrato experimentará una velocidad instantánea de cero, suponiendo que la celeridad rotacional del rodillo sea la misma que la celeridad rotacional de la plantilla. Por otro lado, en posición de las tres en punto, el sustrato experimentará una rotacional celeridad velocidad máxima. De acuerdo con una realización de la presente invención, la velocidad del sustrato respecto al montaje de rodillo (neta) no es menor de aproximadamente 2,0 m/s. Otras realizaciones se hicieron funcionar a mayores velocidades, tales como no menores de aproximadamente 2,3 m/s, no menores de aproximadamente 2,5 m/s, y no menores de aproximadamente 3,0 m/s. La velocidad relativa real del sustrato se elige para maximizar los efectos beneficiosos de la adición del compuesto aditivo que contiene fósforo en la suspensión. En este aspecto, se descubrió que a ciertas velocidades mínimas, los mecanismos de pulido químicos y mecánicos que actúan sobre el sustrato desde la suspensión que contiene un aditivo de fósforo demostraron mejores resultados respecto a las suspensiones sin dicho aditivo.

Volviendo a la suspensión, un aditivo de fósforo puede estar presente en la suspensión a una concentración de aproximadamente el 0,05 a aproximadamente el 5% en peso, tal como de aproximadamente el 0,10 a aproximadamente el 3,0% en peso. Las realizaciones particulares utilizan una concentración dentro de un intervalo ligeramente más estrecho tal como del orden del 0,10 a aproximadamente el 1,0% en peso. Respecto a esto, los porcentajes anteriores se refieren al compuesto basado en fósforo respecto al % en peso total de la suspensión. Respecto a esto, es típico que dicho compuesto se proporcione en forma diluida, tal como en una solución al 10%. Los intervalos de porcentaje en peso anteriores se refieren al compuesto o compuestos de fósforo y no al porcentaje en peso total del aditivo, típicamente en forma diluida. Adicionalmente, la carga de sólidos en la suspensión puede variar dependiendo de la aplicación y aparato particulares sometidos a las operaciones de mecanizado. Por ejemplo, los sólidos pueden cargarse dentro de un intervalo de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 30% en peso, tal como del 2 a aproximadamente el 20% en peso. Ciertas realizaciones se cargan con sólidos dentro de un intervalo más estrecho tal como de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 10% en peso.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, se descubrió que la velocidad de retirada de material (MRR) mejoraba significativamente respecto a suspensiones que no tenía aditivo basado en fósforo. De acuerdo con una realización, una proporción $MRR_{\text{añad}}/MRR_{\text{con}}$ no es menor de aproximadamente 1,2. Respecto a esto $MRR_{\text{añad}}$ es la velocidad de retirada de material de pulido del sustrato con una suspensión que comprende un abrasivo y el aditivo que contiene el compuesto de fósforo, mientras que MRR_{con} es la velocidad de retirada de material en condiciones de proceso idénticas con una suspensión de control, siendo la suspensión de control esencialmente idéntica a la suspensión mencionada anteriormente pero sin el aditivo que contiene el compuesto de fósforo. Realizaciones particulares ilustran proporciones aún mayores de velocidad de retirada de material, tales como no menores de aproximadamente 1,5, o incluso no menores de aproximadamente 1,8. Ciertos ejemplos ilustran una proporción de MRR mayor de aproximadamente dos, representando dos veces la velocidad de retirada respecto a una suspensión que contiene únicamente un abrasivo de alúmina y no compuesto de aditivo de fósforo.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, se proporciona un método para mecanizar un sustrato que contiene aluminio, en el que se proporciona una suspensión que contiene un abrasivo y un aditivo entre el sustrato y una máquina herramienta, y al menos uno sustrato en la máquina herramienta se mueve de manera que el sustrato se mueve respecto a la máquina herramienta a una velocidad no menor de aproximadamente 2,0 m/s. Como en el caso anterior, el aditivo contiene un compuesto de fósforo. El sustrato puede ser estacionario y la máquina herramienta moverse, o la máquina puede permanecer fija y el sustrato moverse, o ambos la máquina herramienta y el sustrato

pueden moverse. Típicamente, el movimiento es rotacional, como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 1.

Ejemplo 1

Volviendo a los ejemplos específicos, se preparó una pluralidad de suspensiones de acuerdo con realizaciones de la presente invención, y suspensiones de control y se ensayaron utilizando el aparato de pulido 1 ilustrado en la Figura 1. El ensayo se realizó en un aparato de pulido por un solo lado como se ilustra, equipado con una almohadilla de pulido Suba H2 de Rodel. La presión de pulido fue de 62,04 kPa (9 psi).

En primer lugar, se proporcionó una suspensión que tenía el 3% en peso de un aditivo de solución de fosfato proporcionado en una solución acuosa, cargada con partículas de alúmina al 6% en peso. Respecto a esto, la solución de aditivo al 3% en peso era una solución de fosfato al 10%, de manera que el aditivo de fosfato se cargó al 0,3% en peso en la suspensión. El aditivo de fosfato particular era ácido hidroxilfosfónico, disponible en el mercado como Belcor™ 575. Este material se denomina también HPA. La alúmina particulada particular usada es un polvo disponible en el mercado de Saint Gobain Corporation que tenía la denominación 9240.2mic El polvo, que forma el componente abrasivo, tenía un tamaño medio de partícula de aproximadamente 0,2 micrómetros, y se cargó en la suspensión a un contenido de carga de sólidos del 6% en peso. La suspensión tenía un pH de aproximadamente 10,2.

Se preparó una segunda suspensión igual a la primera, pero sin un aditivo de fosfato. Las suspensiones se usaron para pulir un sustrato de alúmina, concretamente un sustrato de zafiro, a lo largo del plano c. Se pulieron varias muestras a diversas velocidades, calculadas como se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 1. Los datos se tomaron a velocidades de 1,18, 2,30, 3,39, y 4,44 m/s. Los resultados se muestran en la siguiente Tabla 1 y en la Figura 2.

TABLA 1

m/s	MRR, sin fosfatos	MRR, aditivo de fosfato, solución al 3% en peso
V = 4,44	8,7	16,3
V = 3,39	6,0	10,3
V = 2,30	6,3	6,3
V = 1,18	4,3	4,7

La Figura 2 y la Tabla 1 resumen los datos de velocidad de pulido (neta) del sustrato respecto al montaje de rodillo, frente a la velocidad de retirada de material (MRR). Como demuestran los datos, en esta realización particular, se demostró que a una velocidad de sustrato neta mayor de 3,4, la muestra que contiene el aditivo basado en fosfato demostró claramente mejores características de retirada de material.

Ejemplo 2

Se prepararon suspensiones esencialmente de la misma manera que en relación con el Ejemplo 1, excepto que el pH se varió por adición de KOH. Respecto a esto, se observó que el pH original por adición del abrasivo de alúmina particulado era de 10,2, y que el KOH se utilizó para modificar (reducir) el pH para el ensayo. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 2 y en la Figura 3.

TABLA 2

SUSPENSIÓN				
pH	3,0	5,5	7,5	10,2
Alúmina (µm/h)	5,7	3,7	6,3	7,3
Aditivo de Alúmina y Fosfato (µm/h)	4,3	6,7	10	16,3

Como se ilustra, los mejores resultados se demostraron al aumentar el pH. Con respecto a las suspensiones de alúmina/fosfato de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, preferiblemente el pH es mayor de aproximadamente 8, tal como mayor de aproximadamente 8,5.

ES 2 284 034 T3

Ejemplo 3

A continuación, se prepararon suspensiones de la misma manera que en el Ejemplo 1, y se utilizaron para pulir diversos sustratos, incluyendo el plano a, plano r y plano c del zafiro, así como nitruro de aluminio (AlN), y oxinitruro de aluminio (AlON). Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 3 y en la Figura 4. Como se ilustra, el uso del aditivo de fósforo fue eficaz para mejorar las operaciones de pulido para todos los materiales cerámicos que contienen aluminio ensayados.

TABLA 3

	MRR	MRR	Proporción
	Alúmina	Alúmina + Aditivo	(MRR _{añad} /MRR _{con})
PLANO A DEL ZAFIRO	1,70	4,30	2,53
PLANO R DEL ZAFIRO	5,50	8,30	1,51
PLANO C DEL ZAFIRO	7,30	16,30	2,23
ALN	4,20	5,60	1,33
ALON	1,70	2,33	1,32

Ejemplo 4

A continuación, se prepararon suspensiones de la misma manera que en Ejemplo 1, y la concentración de HPA se varió para investigar el efecto de diferentes niveles del aditivo basado en fósforo. Las diferentes suspensiones se evaluaron para la retirada del material en el plano c del zafiro. Los resultados se muestran a continuación en la Figura 5 y la Tabla 4. Como en el caso anterior, MRR representa velocidad de retirada de material en micrómetros/hora. WRR representa retirada de peso en gramos/hora. Como se ilustra, MRR aumentó desde una solución de aditivo al 0,03% en peso (0,003% en peso de aditivo HPA) hasta solución de aditivo al 3,0% en peso (0,3% en peso de aditivo HPA), y disminuyó ligeramente a mayores concentraciones de HPA.

TABLA 4

Solución de aditivo		
% en peso	MRR	WRR
0,03	10,0	0,0681
0,3	11,0	0,0760
0,6	13,0	0,0855
0,9	10,3	0,0781
2,0	13,0	0,1004
3,0	17,3	0,1250
6,0	15,0	0,1115
9,0	11,0	0,0900
12,0	11,0	0,0962
15,0	11,0	0,0931

Ejemplo 5

Se prepararon y ensayaron múltiples suspensiones que contienen diferentes compuestos de fósforo en el plano c del zafiro. El aditivo HPA se proporcionó a un nivel de carga de 3000 ppm (0,3% en peso de HPA, 3,0% en peso de una solución al 10%), como en el caso anterior. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 5, resumiendo MRR en micrómetros/h.

TABLA 5

ENSAYO	ZAFIRO PLANO C
SOLO ALÚMINA	7,3
FOSFATO POTÁSICO	13,5
SHMP	12,5
Belcor 575	16,3
MAYOQUEST 1320	17,3
MAYOQUEST 1635	11,3
MAYOQUEST 2100	12,0
Dequest 2010	9,5
FOSFATO CÁLCICO TRIBÁSICO	7,0
FOSFATO DE ALUMINIO	7,6
ÁCIDO FOSFOROSO	10,7
HIDROFOSFITO SÓDICO	9,0
RHODAFAC	11,0

Belcor 575 es ácido hidroxifosfonacético. Dequest 2010 es ácido hidroxietilidindifosfónico. Mayoquest 1320 es ácido aminotrimetilfosfónico. Mayoquest 1635 es ácido hexametildiamintetra-(metil-enfosfónico) hexapotásico. Mayoquest 2100 es ácido 2-fosfonobutano-1,2,4-tricarboxílico. SHMP es hexametafosfato sódico. Rhodafac BP-769 es éster de fosfato ácido de fenol etoxilado. Las suspensiones de Belcor 575 (ácido hidroxifosfonacético) y Mayoquest 1320 (ácido aminotrimetilfosfónico) muestran los mejores resultados, aunque muchas de las suspensiones demostraron buenas propiedades de retirada respecto a la alúmina sola.

Aunque lo anterior se ha centrado en diversas realizaciones, incluyendo realizaciones basadas en suspensiones de pulido basadas en alúmina, pueden usarse otros materiales abrasivos también con excelentes resultados, incluyendo sílice, zirconia, carburo de silicio, carburo de boro, diamante, y otros. De hecho, las suspensiones basadas en zirconia que contienen un compuesto basado en fósforo han demostrado características de pulido particularmente buenas, concretamente velocidades de retirada de material mejoradas en un 30-50% respecto a sílice sola sobre sustratos de alúmina.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para mecanizar un sustrato cerámico que contiene Al o un sustrato de óxido de aluminio monocristalino; que comprende:
- proporcionar una suspensión entre un sustrato y una máquina herramienta, comprendiendo la suspensión:
- 10 abrasivo y un aditivo que comprende un compuesto de fósforo; y mover el sustrato respecto a la máquina herramienta.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el sustrato se pule.
3. El método de la reivindicación 1, en el que el abrasivo comprende alúmina.
- 15 4. El método de la reivindicación 3, en el que la alúmina tiene un tamaño medio de partícula dentro de un intervalo de aproximadamente 0,05 micrómetros a aproximadamente 1,5 micrómetros.
5. El método de la reivindicación 4, en el que dicho tamaño medio de partícula está dentro de un intervalo de aproximadamente 0,10 a aproximadamente 1,0 micrómetros.
- 20 6. El método de la reivindicación 5, en el que dicho tamaño medio de partícula está dentro de un intervalo de aproximadamente 0,10 a aproximadamente 0,5 micrómetros.
- 25 7. El método de la reivindicación 1, en el que el abrasivo se selecciona entre el grupo compuesto por sílice, zirconia, carburo de silicio, carburo de boro, y diamante.
8. El método de la reivindicación 7, en el que el abrasivo comprende zirconia.
- 30 9. El método de la reivindicación 1, en el que el sustrato comprende óxido de aluminio.
10. El método de la reivindicación 9, en el que el sustrato comprende óxido de aluminio monocristalino.
- 35 11. El método de la reivindicación 9, en el que el sustrato comprende una composición que contiene óxido de aluminio y al menos otro componente.
12. El método de la reivindicación 11, en el que dicha composición comprende una composición seleccionada entre el grupo compuesto por aluminato de ytria, aluminosilicato, carburo de alúmina-titanio, oxinitruro de aluminio, granate, y espinela.
- 40 13. El método de la reivindicación 1, en el que el sustrato comprende un cerámico no óxido que contiene aluminio.
14. El método de la reivindicación 13, en el que el cerámico no óxido se selecciona entre el grupo compuesto por nitruro de aluminio.
- 45 15. El método de la reivindicación 1, en el que el aditivo comprende un compuesto de oxofosforoso.
16. El método de la reivindicación 15, en el que el fósforo del compuesto de oxofosforoso está en un estado de valencia de uno, tres, o cinco.
- 50 17. El método de la reivindicación 16, en el que el fósforo está en un estado de valencia de cinco.
18. El método de la reivindicación 15, en el que el aditivo es un compuesto de organofósforo.
- 55 19. El método de la reivindicación 15, en el que el aditivo se selecciona entre el grupo compuesto por fosfatos, pirofosfatos, hipofosfatos, fosfonatos, subfosfatos, fosfitos, pirofosfitos, hipofosfitos, fosfinatos, compuestos fosfonio y ésteres de los mismos.
- 60 20. El método de la reivindicación 19, en el que el aditivo se selecciona entre el grupo compuesto por fosfato potásico, hexametafosfato sódico (SHMP), ácido hidroxifosfónico, ácido aminotri-(metilfosfónico), ácido hexametildiamintetra-(metilfosfónico)hexapotásico, ácido 2-fosfonobutano-1,2,4-tricarboxílico, éster de fosfato ácido de fenol etoxilado, ácido hidroxietilindifosfónico y ácido fosforoso.
21. El método de la reivindicación 1, en el que la suspensión es acuosa.
- 65 22. El método de la reivindicación 21, en el que la suspensión tiene un pH no menor de aproximadamente 8.
23. El método de la reivindicación 21, en el que la suspensión tiene un pH no menor de aproximadamente 8,5.

ES 2 284 034 T3

24. El método de la reivindicación 1, en el que la máquina herramienta comprende una almohadilla de pulido sobre un rodillo, y el sustrato se mecaniza poniendo en contacto la máquina herramienta con el sustrato, y moviendo el sustrato respecto al rodillo.

5 25. El método de la reivindicación 24, en el que el rodillo se gira respecto al sustrato a una velocidad no menor de 2,0 m/s.

26. El método de la reivindicación 25, en el que dicha velocidad no es menor de 2,5 m/s.

10 27. El método de la reivindicación 1, en el que el compuesto de fósforo se proporciona en la suspensión a una concentración dentro de un intervalo de aproximadamente el 0,05 a aproximadamente el 5,0% en peso.

28. El método de la reivindicación 27, en el que dicha concentración está dentro de un intervalo de aproximadamente el 0,10 a aproximadamente el 3,0% en peso.

15 29. El método de la reivindicación 27, en el que dicha concentración está dentro de un intervalo de aproximadamente el 0,1, a aproximadamente el 1,0% en peso.

20 30. El método de la reivindicación 1, en el que el sustrato se mecaniza de manera que una proporción $MRR_{añad}/MRR_{con}$ no es menor de 1,2, $MRR_{añad}$ es la velocidad de retirada de material de pulido del sustrato con dicha suspensión que comprende el abrasivo y el aditivo, y MRR_{con} es una velocidad de retirada de material en condiciones de proceso idénticas con una suspensión de control sin el aditivo.

25 31. El método de la reivindicación 1, en el que al menos uno del sustrato y la máquina herramienta se mueve de manera que el sustrato se mueve respecto a la máquina herramienta a una velocidad no menor de 2,0 m/s.

30 32. El método de la reivindicación 31, en el que la máquina herramienta comprende una almohadilla de pulido sobre un rodillo, y en el que al menos uno del rodillo y el sustrato se hace girar con respecto al otro.

33. El método de la reivindicación 32, en el que se hace girar a ambos rodillo y sustrato.

35 34. El método de la reivindicación 31, en el que dicha velocidad no es menor de 2,5 m/s.

35 35. El método de la reivindicación 31, en el que dicha velocidad no es menor de 3,0 m/s.

40

45

50

55

60

65

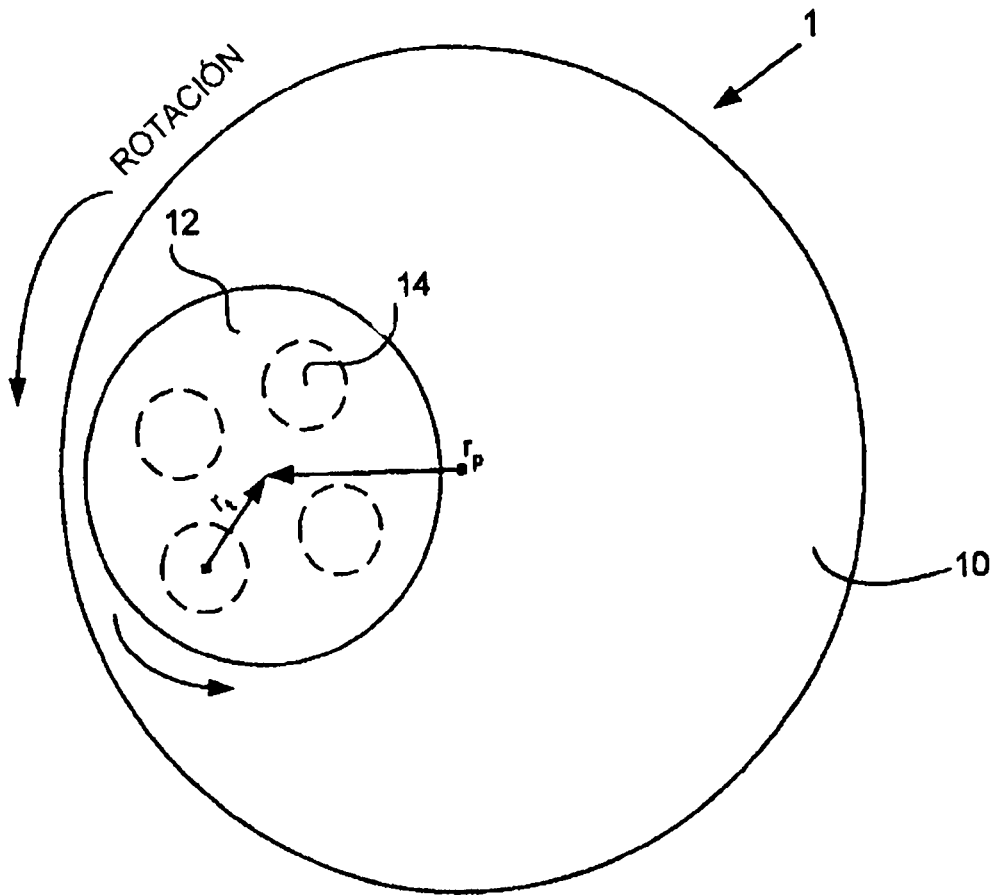


FIG. 1

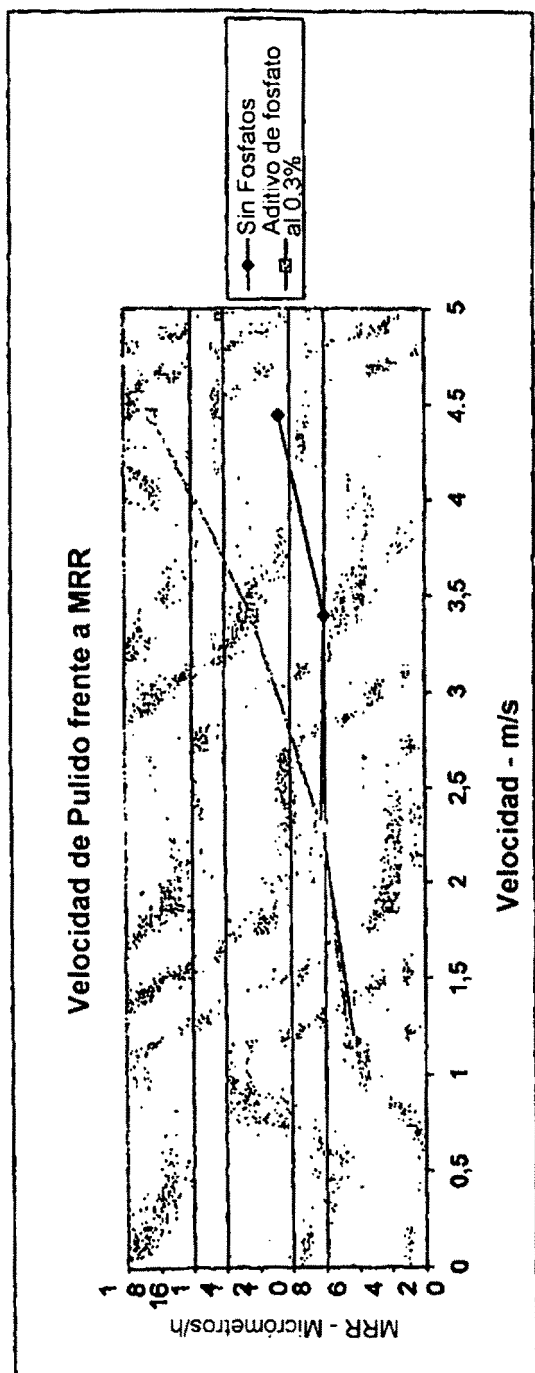


FIG. 2

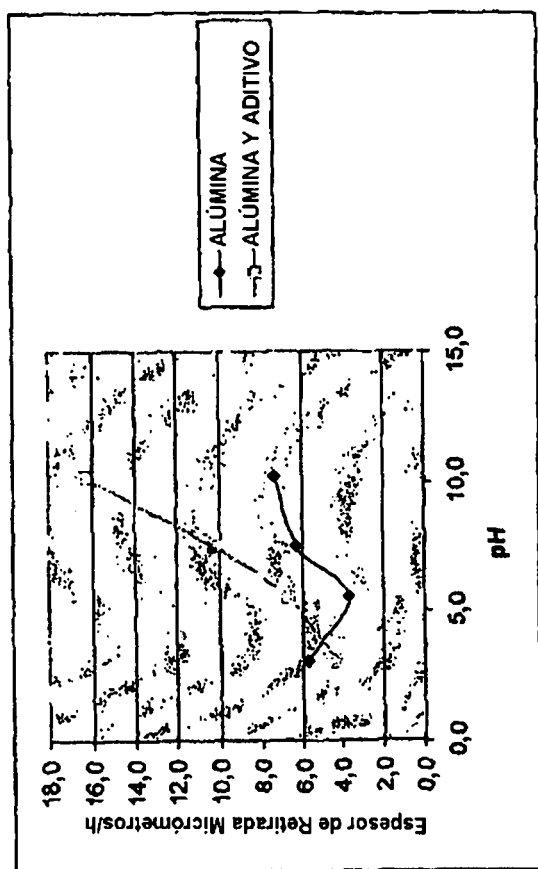


FIG. 3

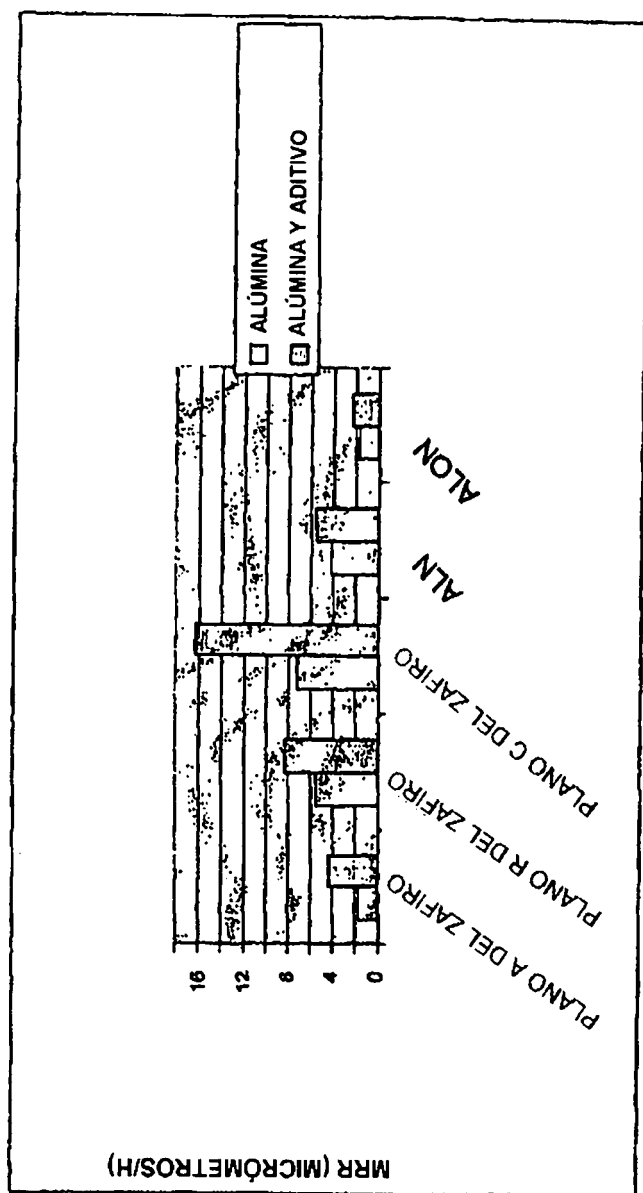


FIG. 4

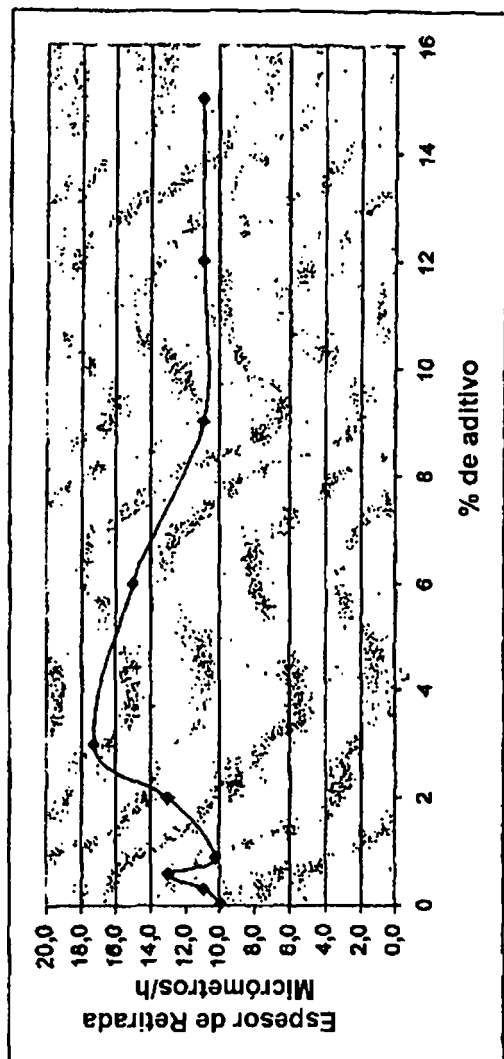


FIG. 5