

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 151**

51 Int. Cl.:

B01J 23/75 (2006.01)
B01J 23/745 (2006.01)
C01B 32/28 (2007.01)
B24D 3/10 (2006.01)
E21B 10/567 (2006.01)
C01B 32/25 (2007.01)
B24D 3/06 (2006.01)
C09K 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2020** **PCT/US2020/063129**
87 Fecha y número de publicación internacional: **17.06.2021** **WO21118861**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2020** **E 20825092 (8)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2024** **EP 4072781**

54 Título: **Gradiente de hierro en aglomerados de diamante policristalino; piezas en bruto, cortadoras y herramientas de corte que incluyen las mismas; y métodos de fabricación**

30 Prioridad:

11.12.2019 US 201962946623 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.11.2024

73 Titular/es:

DIAMOND INNOVATIONS, INC. (100.0%)
6325 Huntley Road
Worthington, OH 43085, US

72 Inventor/es:

ADEPALLI, KIRAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 989 151 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

Gradiente de hierro en aglomerados de diamante policristalino; piezas en bruto, cortadoras y herramientas de corte que incluyen las mismas; y métodos de fabricación

Campo de la divulgación

5 La presente invención se refiere a estructuras abrasivas, en particular a aglomerados, piezas en bruto y cortadoras de diamante policristalino y herramientas de corte que incluyen los mismos. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a cuerpos de diamante policristalino que tienen un gradiente en la concentración de hierro en el cuerpo de diamante, por lo que, por ejemplo, en el caso de una pieza en bruto policristalina, la cantidad de hierro en el cuerpo de diamante disminuye desde una superficie exterior dentro del volumen interior hacia un sustrato. Tales cuerpos de
10 diamante con gradientes de Fe pueden estar encarnados en aglomerados independientes no soportados o pueden estar soportados por un sustrato en una realización de la pieza en bruto o la cortadora. Cada uno de los aglomerados, piezas en bruto y cortadoras puede emplearse como elemento de corte en una herramienta de corte. La divulgación se refiere además a métodos de fabricación de aglomerados, piezas en bruto y cortadoras de diamante policristalino que tienen un gradiente en la concentración de hierro en la meseta del diamante, herramientas de corte que incorporan tales aglomerados, piezas en bruto y cortadoras, y métodos de corte, fresado, rectificado y perforación, particularmente
15 mecanizado de metales o perforación de rocas, usando tales aglomerados, piezas en bruto, cortadoras y herramientas de corte.

Antecedentes

20 En el siguiente análisis, se hace referencia a ciertas estructuras y/o métodos. Sin embargo, las siguientes referencias no deben interpretarse como una admisión de que estas estructuras y/o métodos constituyan técnica anterior. El solicitante se reserva expresamente el derecho de demostrar que tales estructuras y/o métodos no se califican como técnica anterior contra la presente invención.

Los aglomerados abrasivos consisten en una masa de partículas de diamante o nitruro de boro cúbico unidas en un conglomerado duro policristalino coherente. Los aglomerados abrasivos, particularmente basados en partículas de
25 diamante policristalino (PCD), se encuentran en diversas formas y tamaños, pero típicamente son cilíndricos e incluyen un volumen de partículas abrasivas ligadas o enlazadas coherentemente a un sustrato.

Una aplicación de los aglomerados abrasivos, particularmente de aglomerados abrasivos basados en diamante policristalino, es en herramientas de corte, tales como para aplicación de mecanizado de metales o para uso en aplicaciones de perforación de formaciones geológicas. Los aglomerados ligados a un sustrato, ya sea formados
30 integralmente durante la fabricación del conglomerado duro policristalino coherente o montados juntos posteriormente, forman piezas en bruto y cortadoras. Los aglomerados, las piezas en bruto y las cortadoras pueden montarse en herramientas, por ejemplo, mediante cobresoldadura o mediante conformación integral, tal como en fundición. A menudo en aplicaciones de corte, fresado, rectificado y perforación, actúan grandes fuerzas sobre el punto o borde de corte de la superficie de trabajo del volumen de partículas abrasivas. Como resultado, se desarrollan grietas en o
35 detrás del borde de corte o punto de contacto y estas grietas pueden propagarse dentro y a través del aglomerado duro policristalino coherente. Además, el calor generado por las diversas operaciones abrasivas puede impactar negativamente en el aglomerado duro policristalino coherente, particularmente de partículas de diamante, en primer lugar, provocando la retroconversión del diamante en carbono, lo que reduce la resistencia del aglomerado abrasivo, y, en segundo lugar, provocando una expansión térmica, lo que da como resultado el agrietamiento del aglomerado
40 abrasivo debido a diferencias en el coeficiente de expansión térmica de los diversos materiales en el aglomerado abrasivo, en particular entre el material de diamante y cualquier material catalítico dentro de la porción de aglomerado duro policristalino coherente. Adicionalmente, los aglomerados abrasivos experimentan daños por impacto, dando como resultado grandes grietas que se propagan a través del aglomerado duro policristalino coherente, lo que puede conducir a grandes pérdidas del material, es decir, por desconchado o astillado. El documento US 6.777.074 B2
45 describe un cuerpo construido de material compuesto que tiene un material central continuo formado por un diamante policristalino (PCD) unido con un metal del grupo del hierro y una capa de cubierta externa formada por un cuerpo sinterizado obtenido uniendo partículas duras con un metal del grupo del hierro.

Así, sería ventajoso tener un aglomerado duro policristalino coherente, particularmente un aglomerado, pieza en bruto o cortadora de diamante policristalino, que tuviera una composición y características que tuvieran, una o más de, una
50 retroconversión reducida a temperaturas elevadas, una diferencia reducida en el coeficiente de expansión térmica para reducir el agrietamiento por expansión térmica y una tenacidad aumentada para minimizar el daño por impacto.

Compendio

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aglomerado de diamante policristalino según las reivindicaciones adjuntas. La presente divulgación se dirige a aglomerados de diamante policristalino, piezas en
55 bruto de diamante policristalino, cortadoras de diamante policristalino y herramientas que incorporan los mismos para operaciones de corte, fresado, rectificado, perforación y otras operaciones abrasivas, particularmente en aplicaciones de mecanizado de metales o para su uso en aplicaciones de perforación de formaciones geológicas, donde la meseta del diamante tiene un gradiente en el contenido de hierro que aumenta a medida que aumenta la distancia dentro del

volumen de la meseta del diamante, lo que imparte propiedades mecánicas mejoradas a la meseta del diamante. Se expondrán particularidades y ventajas adicionales en la descripción que sigue, y en parte serán evidentes a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la práctica de la invención. Los objetivos y otras ventajas de la divulgación se conseguirán y alcanzarán mediante las estructuras, indicadas particularmente en la descripción escrita y las reivindicaciones de la misma, así como los dibujos adjuntos.

La presente invención se refiere a un aglomerado de diamante policristalino que comprende un volumen de granos de diamante cristalino unidos entre sí por enlaces de diamante a diamante para formar un cuerpo de diamante. El cuerpo de diamante incluye una pluralidad de regiones intergranulares dispuestas entre los granos de diamante cristalino unidos, un material catalítico a base de cobalto presente en al menos una porción de la pluralidad de regiones intergranulares y, por ejemplo, en el caso de una pieza en bruto de diamante policristalino, un gradiente de concentración de hierro se extiende desde una superficie exterior del cuerpo de diamante dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante hacia la interfase, es decir, la cantidad de hierro en el cuerpo de diamante disminuye desde una superficie exterior dentro del volumen interior hacia la interfase.

La presente invención puede usarse para una pieza en bruto o cortadora de diamante policristalino que comprende un volumen de granos de diamante cristalino unidos entre sí por enlaces de diamante a diamante para formar un cuerpo de diamante y un sustrato de metal duro. El cuerpo de diamante incluye una pluralidad de regiones intergranulares dispuestas entre los granos de diamante cristalino unidos y un material catalítico a base de cobalto presente en al menos una porción de la pluralidad de regiones intergranulares, y el cuerpo de diamante está unido al sustrato de metal duro para formar una interfase. Un gradiente de concentración de hierro en el cuerpo de diamante se extiende desde la interfase dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante. En tal caso, la concentración de hierro es menor en la interfase y aumenta hacia la superficie exterior.

Por ejemplo, la invención puede usarse en herramientas de corte, tales como una broca de perforación y una broca de arrastre. En las brocas de perforación, un cuerpo de aleación metálica (que incluye un extremo frontal, una porción de árbol y un extremo posterior adaptado para montarse en un portaherramientas) tiene un aglomerado o pieza en bruto de diamante policristalino unido al extremo frontal. En las brocas de arrastre, una pluralidad de tales aglomerados de diamante policristalino y/o una pluralidad de tales cortadoras de diamante policristalino están colocados y fijados a una periferia radialmente hacia afuera de una pluralidad de aletas, que están colocadas a lo largo de una superficie exterior del extremo frontal del cuerpo de la broca de arrastre con cada aleta separada de una aleta secuencialmente adyacente por una estría en forma helicoidal que se extiende hacia atrás.

En otra realización preferida, la herramienta de corte comprende un primer sustrato y una punta fijada a una superficie de asiento del primer sustrato. La punta incluye un volumen de granos de diamante cristalino unidos entre sí por enlaces de diamante a diamante para formar un cuerpo de diamante, incluyendo el cuerpo de diamante una pluralidad de regiones intergranulares dispuestas entre los granos de diamante cristalino unidos, un material catalítico a base de cobalto presente en al menos una porción de la pluralidad de regiones intergranulares, un segundo sustrato, donde el segundo sustrato está formado por un metal duro y donde el cuerpo de diamante está unido al segundo sustrato para formar una interfase, y un gradiente de concentración de hierro en el cuerpo de diamante que se extiende desde la interfase dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante. Aquí, de nuevo, la concentración de hierro en la superficie exterior es mayor que hacia el volumen interior y las más baja cerca de la interfase. En realizaciones ejemplares, la punta se fija al primer sustrato cobresoldando la punta a la superficie de asiento del primer sustrato.

En otro aspecto, se proporciona una realización de un método de fabricación de un aglomerado de diamante policristalino que comprende un conjunto, donde el conjunto comprende una fuente de catalizador de diamante, una capa de alimentación de diamante en contacto con la fuente de catalizador de diamante y un recipiente refractario. El recipiente refractario contiene la fuente de catalizador de diamante y la capa de alimentación de diamante y el método procesa el conjunto a temperatura elevada y presión elevada suficientes para sinterizar la alimentación de diamante en un cuerpo de diamante. La alimentación de diamante incluye de 90 a 99% en peso de partículas de diamante y de 1 a 10% en peso de una aleación de cobalto-hierro que da como resultado un cuerpo de diamante que incluye un volumen de granos de diamante cristalino unidos entre sí por enlaces de diamante a diamante, una pluralidad de regiones intergranulares dispuestas entre los granos de diamante cristalino unidos, un material catalítico a base de cobalto presente en al menos una porción de la pluralidad de regiones intergranulares y un gradiente de concentración de hierro que se extiende desde una superficie exterior del cuerpo de diamante dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante.

En otro aspecto, se proporciona una realización de un método de fabricación de una pieza en bruto o cortadora de diamante policristalino que comprende formar un conjunto, donde el conjunto comprende un sustrato de metal duro que tiene una composición que incluye carburo cementado o carburo de wolframio sinterizado con cobalto (WC-Co), una capa de alimentación de diamante en contacto con la fuente de catalizador de diamante y un recipiente refractario. El recipiente refractario contiene la fuente de catalizador de diamante y la capa de alimentación de diamante y el método procesa el conjunto a temperatura elevada y presión elevada suficientes para sinterizar la alimentación de diamante en un cuerpo de diamante. El sustrato de metal duro está libre de hierro y tiene una composición que incluye carburo cementado o carburo de wolframio sinterizado con cobalto (WC-Co). La alimentación de diamante incluye de 90 a 99% en peso de partículas de diamante, donde un diámetro promedio de las partículas de diamante es igual o mayor que 0,5 micrómetros e igual o menor que 40 micrómetros. La alimentación de diamante también incluye de 1 a

10% en peso de una aleación de cobalto-hierro, donde la aleación de cobalto-hierro es Co_xFe_y , donde $0,6 \leq x \leq 0,8$, $0,2 \leq y \leq 0,4$ y $x+y=1,0$. El procesamiento a HPHT (alta presión y alta temperatura) de la alimentación de diamante da como resultado un cuerpo de diamante que incluye un volumen de granos de diamante cristalino unidos entre sí por enlaces de diamante a diamante, una pluralidad de regiones intergranulares dispuestas entre los granos de diamante cristalino unidos, un material catalítico a base de cobalto presente en al menos una porción de la pluralidad de regiones intergranulares y un gradiente de concentración de hierro que se extiende desde una superficie exterior del cuerpo de diamante dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante.

En realizaciones ejemplares, la alimentación de diamante consiste en de 90 a 99% en peso de partículas de diamante y el resto hasta 100% en peso de aleación de cobalto-hierro.

Otros sistemas, métodos, particularidades y ventajas serán, o resultarán, evidentes para un experto en la técnica tras el examen de las siguientes figuras y descripción detallada. Se pretende que todos estos sistemas, métodos, particularidades y ventajas adicionales estén incluidos dentro de esta descripción, estén dentro del alcance de la presente divulgación y estén protegidos por las siguientes reivindicaciones. Nada en esta sección debe tomarse como una limitación de esas reivindicaciones. Aspectos y ventajas adicionales se analizan a continuación junto con las realizaciones de la divulgación. Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada de la presente divulgación son ejemplos y explicativas, y están destinadas a proporcionar una explicación adicional de la invención según se reivindica.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran ejecuciones de la invención y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la divulgación.

La FIG. 1 muestra una vista esquemática en perspectiva de una pieza en bruto abrasiva de forma cilíndrica a base de partículas de diamante policristalino (PCD).

La FIG. 2 es una representación esquemática de una porción ampliada de un cuerpo de diamante con granos de diamante cristalino unidos entre sí por enlaces de diamante a diamante, una pluralidad de regiones intergranulares dispuestas entre los granos de diamante cristalino unidos y material catalítico a base de cobalto presente en al menos una porción de la pluralidad de regiones intergranulares.

La FIG. 3A representa esquemáticamente una sección transversal de una pieza en bruto de diamante policristalino con una porción P1 ampliada y la FIG. 3B representa esquemáticamente el gradiente de hierro a través de la meseta del diamante en la porción P1.

La FIG. 4 es una fotomicrografía de microscopio electrónico de barrido (SEM) de una sección transversal de una porción de una pieza en bruto de diamante policristalino que muestra una porción del sustrato y una porción de la meseta del diamante y, superpuestos a la fotomicrografía, hay resultados de espectroscopía de rayos X por dispersión de energía (EDS) de un barrido lineal a través de la meseta del diamante.

La FIG. 5A es una segunda fotomicrografía de SEM de una sección transversal de una porción de una pieza en bruto de diamante policristalino, regiones de la cual estaban cartografiadas zonalmente para un análisis de composición por barrido zonal por EDS y la FIG. 5B es una tabla que muestra los resultados de ese análisis de composición.

Las FIGS. 6 y 7 son gráficos del contenido de Fe elemental en la meseta del diamante (en porcentaje en peso (% en peso)) en función de la distancia desde la interfase (en micrómetros) para tres muestras de una cortadora de diamante policristalino.

La FIG. 8 muestra ejemplos de una herramienta de corte usada en la industria de la mecanización de metales, en este caso una broca de perforación, sobre la que se han montado aglomerados de diamante policristalino de la invención.

La FIG. 9 muestra un ejemplo de una herramienta de corte usada en la industria de la perforación, en este caso una broca de arrastre, sobre la que se han montado cortadoras de diamante policristalino de la invención.

La FIG. 10 es un gráfico que muestra los resultados de las pruebas de fresado interrumpidas sobre dos piezas en bruto de diamante policristalino de la invención y una pieza en bruto de diamante policristalino comparativa.

Las FIGS. 11A y 11B muestran ejemplos adicionales de herramientas de corte que pueden crearse a partir de las piezas en bruto divulgadas.

A través de los dibujos y la descripción detallada, a menos que se describa lo contrario, debe entenderse que los mismos números de referencia de los dibujos se refieren a los mismos elementos, particularidades y estructuras. El tamaño relativo y la representación de estos elementos pueden exagerarse por claridad, ilustración y comodidad. Además, para facilitar la visualización, en algunos casos solo algunas de las características mencionadas en las figuras se etiquetan con números de referencia.

Descripción detallada

La FIG. 1 muestra una vista esquemática en perspectiva de una pieza en bruto 10 abrasiva de forma cilíndrica a base de partículas de diamante policristalino (PCD). La pieza en bruto abrasiva también se denomina pieza en bruto de diamante policristalino (PDC). La pieza en bruto 10 tiene un sustrato 20, que está hecho de metal duro, aleación o material compuesto, y lo más típicamente de carburo cementado o carburo de wolframio sinterizado con cobalto (WC-Co); y un volumen 30 de material compuesto de diamante policristalino (también denominado meseta del diamante o cuerpo de diamante) ligado o enlazado coherentemente al sustrato a lo largo de una interfase 40. En el volumen 30 de material compuesto de diamante policristalino, el contenido de partículas de diamante es alto y hay una cantidad extensa de unión de diamante a diamante, es decir, unión directa de partícula a partícula entre las partículas de diamante. A menudo, un catalizador, tal como cobalto metálico o sus aleaciones, está presente como un coadyuvante de formación de enlaces de diamante en la fabricación a alta presión y alta temperatura (HPHT) de la cortadora 10 de diamante policristalino. La pieza en bruto 10 de diamante policristalino puede mecanizarse posteriormente hasta una forma deseada, incluyendo el mecanizado hasta un diámetro exterior, una altura especificados y (opcionalmente) la adición de cualquier particularidad superficial tal como chaflanes o superficies biseladas. Los chaflanes o superficies biseladas se encuentran más típicamente en las cortadoras de diamante policristalino en lugar de las piezas en bruto de diamante policristalino. Toda o partes de la superficie 50 superior y la superficie 60 lateral pueden ser la superficie de trabajo de la pieza en bruto 10 de diamante policristalino, es decir, una superficie de la pieza en bruto 10 de diamante policristalino que entra en contacto con una pieza de trabajo durante el corte, fresado, rectificado o perforación.

El volumen 30 de material compuesto de diamante policristalino está soportado frecuentemente al unirse a un sustrato o soporte, por ejemplo, un sustrato de metal duro tal como carburo cementado, en cuyo caso la estructura formada integralmente del volumen 30 de material compuesto de diamante policristalino y el sustrato se denomina en el presente documento pieza en bruto de diamante policristalino o pieza en bruto (para aplicaciones de mecanizado de metales) o cortadora de diamante policristalino o cortadora (para aplicaciones de perforación de formaciones geológicas). Sin embargo, debe observarse que, en algunos casos, el volumen 30 de material compuesto de diamante policristalino puede no estar soportado, es decir, no tiene un sustrato, en cuyo caso el volumen 30 de material compuesto de diamante policristalino se denomina en el presente documento aglomerado de diamante policristalino o aglomerado.

Tanto en realizaciones como pieza en bruto de diamante policristalino o cortadora de diamante policristalino como en realizaciones como aglomerado de diamante policristalino, el cuerpo de diamante está formado por un volumen de granos de diamante cristalino unidos entre sí por enlaces de diamante a diamante. La FIG. 2 es una representación esquemática de una porción ampliada de un cuerpo 100 de diamante. En el cuerpo de diamante, los granos 110 de diamante cristalino están unidos entre sí por enlaces 120 de diamante a diamante. El cuerpo 100 de diamante incluye una pluralidad de regiones 130 intergranulares dispuestas entre los granos 110 de diamante cristalino unidos. Un material 140 catalítico a base de cobalto está presente en al menos una porción de la pluralidad de regiones 130 intergranulares y/o en una porción de una región 130 intergranular individual. Como se divulga en el presente documento, el procesamiento opcional puede retirar catalizador metálico de las regiones intergranulares, y estas regiones intergranulares sin catalizador metálico también se muestran en la FIG. 2.

Además, el cuerpo de diamante del aglomerado, pieza en bruto o cortadora tiene un gradiente de concentración de hierro que se extiende desde una superficie exterior del cuerpo de diamante dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante. Cuando está montado sobre un sustrato, este gradiente de concentración de hierro se extiende desde una interfase entre el cuerpo de diamante y el sustrato. En general, el gradiente de concentración de hierro varía de 0-0,1% en peso de Fe en una superficie exterior de un aglomerado o, en el caso de una pieza en bruto, en la interfase, y 0,7-0,9% en peso de Fe en una ubicación en el cuerpo de diamante a una distancia de aproximadamente 600-700 micrómetros desde la superficie exterior/interfase. Según el presente concepto, el gradiente de concentración de hierro varía de 0 a 0,1% en peso de Fe en la superficie exterior/interfase del cuerpo de diamante (para un aglomerado de diamante policristalino) o de la interfase (para una pieza en bruto o cortadora de diamante policristalino) hasta de 0,7 a 0,9% en peso de Fe a una distancia de 600 a 700 micrómetros desde la superficie exterior/interfase.

La FIG. 3A representa esquemáticamente una sección transversal de una pieza en bruto 200 con una porción P1 ampliada y la FIG. 3B representa esquemáticamente el gradiente de hierro a través de la meseta del diamante en la porción P1. Como se observa en la FIG. 3B, la concentración 210 de hierro total aumenta con la distancia desde la interfase 220 entre la meseta 230 del diamante y el sustrato 240 (tal como un sustrato de WC cementado) hasta la superficie 250 superior de la meseta 230 del diamante. En el esquema de la FIG. 3B, la concentración de hierro ([Fe]) está en una unidad arbitraria (u. a.).

La FIG. 4 es una fotomicrografía 300 de microscopio electrónico de barrido (SEM) de una sección transversal de una porción de una pieza en bruto acorde con las divulgadas en el presente documento. La fotomicrografía 300 muestra una parte del sustrato 310 y una porción de la meseta 320 del diamante. El sustrato es carburo de wolframio. La fotomicrografía 300 tiene un aumento de 150X y la barra de escala en el margen inferior es de 100 micrómetros.

Sobre la fotomicrografía 300 de la FIG. 4 se superponen los resultados de la espectroscopía de rayos X por dispersión de energía (EDS). Los resultados son de un barrido lineal de EDS a través de la meseta 320 del diamante comenzando

desde la interfase 330 de sustrato/meseta del diamante y extendiéndose hacia la superficie de la meseta 320 del diamante, típicamente hacia una porción de la superficie de trabajo, alternativamente hacia la superficie 60 superior. Los resultados de EDS presentan gráficamente el contenido elemental en la meseta 320 del diamante como porcentaje en peso (% en peso) en función de la distancia desde la interfase (micrómetros). El porcentaje en peso (% en peso) está en una escala logarítmica y varía de 0,0% en peso a 100% en peso y la distancia desde la interfase 330 varía de 0 a más de 600 micrómetros. El lado derecho lejano de la imagen está a una distancia de 680 micrómetros. El contenido elemental mostrado en los resultados de EDS son carbono (C) 340, cobalto (Co) 350, volframio (W) 360 y hierro (Fe) 370. También se muestra un ajuste 380 de la curva para el contenido 370 de hierro. Debido a que el porcentaje en peso (% en peso) está en una escala logarítmica, el ajuste 380 de la curva para el contenido 370 de hierro representa un gradiente en el contenido de hierro (% en peso de Fe) que aumenta linealmente en función de la distancia desde la interfase 330. El gradiente lineal determinado experimentalmente en el contenido de hierro mostrado en la FIG. 4 es acorde con la concentración de hierro ([Fe]) 210 representada esquemáticamente en la FIG. 3B.

En la fotomicrografía 300 de la FIG. 4, el contenido 340 de carbono procede del diamante en la meseta 320 del diamante y es sustancialmente constante a distancias mayores de 100 micrómetros en una cantidad mayor de 90% en peso después de aumentar desde aproximadamente 60% en peso en o cerca de la interfase 330. El contenido de cobalto 350 y volframio 360 en la meseta 320 del diamante se extiende dentro de la meseta 320 del diamante desde el sustrato 310 durante el procesamiento a HPHT y cada uno está en su máximo en la interfase 330 antes de volverse sustancialmente constante a distancias mayores de 100 micrómetros en una cantidad de aproximadamente 13% en peso para el cobalto 350 y una cantidad de aproximadamente 2,5% en peso para el volframio 360. El sustrato en esta muestra estaba libre de hierro y el contenido de hierro 370 es de hierro presente en la alimentación de diamante usada en el procesamiento a HPHT. El contenido de hierro también está influenciado por la extensión del cobalto en la meseta del diamante ya que el hierro se extiende al menos parcialmente con la extensión del cobalto. Por lo tanto, el contenido de hierro es inferior en la interfase 330 que en una porción interior de la meseta 320 del diamante. En la FIG. 4, el contenido de hierro 370 varía desde aproximadamente 0,0% en peso, alternativamente de 0,01 a 0,1% en peso de Fe, en la interfase hasta aproximadamente 0,8% en peso a una distancia de la interfase de 680 micrómetros.

La FIG. 5A es una segunda fotomicrografía 400 (SEM) de una sección transversal de una porción de una pieza en bruto acorde con las divulgadas en el presente documento. La fotomicrografía 400 tiene un aumento de 150X y la barra de escala en el margen inferior es de 250 micrómetros. Se indican ocho regiones en la fotomicrografía 400 y corresponden a regiones que fueron muestreadas por cartografía zonal para análisis de composición por barrido zonal de EDS. La FIG. 5B es una tabla que muestra los resultados del análisis de composición en las ocho regiones. La numeración del "espectro" en la tabla de la FIG. 5B corresponde a la numeración de las regiones en la FIG. 5A y algunos detalles sobre la ubicación de cada región (ya sea en el sustrato 402 o en la meseta 404 del diamante y la distancia relativa a la interfase 406 (que se ha anotado con una línea discontinua) en la FIG. 5A) se muestra en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1 - Información relacionada con las FIGS. 5A y 5B

Número de referencia en la FIG. 5A	Región en la FIG. 5A	Ubicación de la región en la FIG. 5A	Espectro en la FIG. 5B
410	1	meseta del diamante; aproximadamente de 537 a 630 micrómetros de la interfase	Espectro 1
420	2	meseta del diamante; aproximadamente de 413 a 518 micrómetros de la interfase	Espectro 2
430	3	meseta del diamante; aproximadamente de 290 a 386 micrómetros de la interfase	Espectro 3
440	4	meseta del diamante; aproximadamente de 166 a 270 micrómetros de la interfase	Espectro 4
450	5	meseta del diamante; aproximadamente de 79 a 150 micrómetros de la interfase	Espectro 5
460	6	meseta del diamante; aproximadamente de 23 a 65 micrómetros de la interfase	Espectro 6
470	7	sustrato; aproximadamente de 26 a 65 micrómetros de la interfase	Espectro 7

Número de referencia en la FIG. 5A	Región en la FIG. 5A	Ubicación de la región en la FIG. 5A	Espectro en la FIG. 5B
480	8	sustrato; aproximadamente 222-276 micrómetros de la interfase	Espectro 8

A partir de los resultados de la FIG. 5B, se observa que el sustrato 402 tiene una composición de cobalto, volframio y carbono, que es acorde con un sustrato de carburo de cobalto y volframio (Co-WC). Por otra parte, como se observa a partir de los Espectros 7 y 8, que están ambos en el interior del sustrato 402, la composición del sustrato 402 está libre de hierro. También a partir de los resultados de la FIG. 5B, se observa que la cantidad de hierro en la meseta 404 del diamante varía de 0,08% en peso (véase el Espectro 5 correspondiente a la Región 5) a 0,70% en peso (véase el Espectro 1 correspondiente a la Región 1). Este cambio en la cantidad de hierro en la meseta del diamante se producía a lo largo de aproximadamente 630 micrómetros, para una tasa promedio de cambio de hierro en función de la distancia desde la interfase de aproximadamente 0,001% en peso por micrómetro.

Como se indica en el presente documento, el gradiente de concentración de hierro, es decir, el perfil o cambio en la cantidad de hierro en la meseta del diamante, varía linealmente desde la superficie exterior del cuerpo de diamante (para un aglomerado de diamante policristalino) o desde la interfase (para una pieza en bruto de diamante policristalino o una cortadora de diamante policristalino) dentro del volumen interior del cuerpo de diamante. Se ha determinado además que la pendiente del gradiente de concentración de hierro varía a medida que varía el tamaño de grano promedio de los granos de diamante cristalino en la alimentación de diamante. Las FIGS. 6 y 7 son gráficos del contenido de Fe elemental en la meseta del diamante (en porcentaje en peso (% en peso)) en función de la distancia desde la interfase (en micrómetros) para tres muestras (Muestra 1, Muestra 2 y Muestra 3) de una pieza en bruto de diamante policristalino.

En la FIG. 6, la Muestra 1 (cuadrados; indicados en 510 con ajuste 520 de curva lineal) y la Muestra 2 (círculos; indicados en 530 con ajuste 540 de curva lineal) usaban ambas una alimentación de diamante con granos de diamante cristalino que tenían un tamaño de grano promedio de 0,5-3 micrómetros. En la FIG. 7, se representa la Muestra 2 (círculos; indicados en 530 con ajuste 540 de curva lineal) de la FIG. 6 y se presenta la nueva Muestra 3 (triángulos; indicados en 550 con ajuste 560 de curva lineal). La Muestra 3 usaba una alimentación de diamante con granos de diamante cristalino que tenían un tamaño de grano promedio de 30 micrómetros. Así, el tamaño de grano promedio para la Muestra 3 difería en un factor de 10x en comparación con la Muestra 1 y la Muestra 2.

Basándose en el ajuste 520 de curva, el contenido de Fe elemental en la meseta del diamante para la Muestra 1 variaba de aproximadamente 0% en peso (en la interfase) a aproximadamente 0,74% en peso a una distancia de la interfase de 660 micrómetros. Basándose en el ajuste 540 de curva, el contenido de Fe elemental en la meseta del diamante para la Muestra 2 variaba de 0% en peso (en la interfase) a 0,87% en peso a una distancia de la interfase de 700 micrómetros. Basándose en el ajuste 560 de curva, el contenido de Fe elemental en la meseta del diamante para la Muestra 3 variaba de aproximadamente 0% en peso (en la interfase) a aproximadamente 0,37% en peso a una distancia de la interfase de 700 micrómetros,

Para cada una de la Muestra 1, la Muestra 2 y la Muestra 3, la composición de hierro aumentaba monótonamente desde la interfase (a aproximadamente cero % en peso) dentro del volumen de la meseta del diamante. Por otra parte, cuando todos los parámetros, incluyendo el tamaño de grano, son iguales, el gradiente de concentración de hierro es el mismo (compárese la Muestra 1 con la Muestra 2), lo que indica que el gradiente de concentración de hierro es reproducible. Sin embargo, cuando todos los parámetros son iguales y solo el tamaño de grano promedio difiere entre las muestras, el gradiente de concentración de hierro difiere (compárese la Muestra 3 con la Muestra 1 y la Muestra 2). En las muestras presentadas en la FIG. 7, el aumento del tamaño de grano promedio en diez veces daba como resultado la reducción de la pendiente del gradiente de concentración de hierro a menos de la mitad (en comparación con la pendiente para muestras con el tamaño de grano más pequeño).

Aunque las FIGS. 6 y 7 presentan resultados de muestras fabricadas usando una alimentación de diamante con granos de diamante cristalino que tienen un tamaño de grano promedio de 3 micrómetros o 30 micrómetros, otras realizaciones de aglomerados de diamante policristalino, piezas en bruto de diamante policristalino y cortadoras de diamante policristalino se pueden fabricar usando una alimentación de diamante con granos de diamante cristalino que tienen otros tamaños de grano promedio. Por ejemplo, los granos de diamante cristalino pueden tener un tamaño de grano promedio de 1 a 40 micrómetros, alternativamente de 3 a 40 micrómetros, alternativamente de 25 a 30 micrómetros, alternativamente de 1 a 25 micrómetros, alternativamente de 3 a 25 micrómetros, alternativamente de 1,5 a 3,0 micrómetros. Como se demuestra en las FIGS. 6 y 7, la selección del tamaño de grano promedio puede afectar al gradiente de concentración de hierro en el producto según se fabrica, y el tamaño de grano promedio puede seleccionarse para lograr un gradiente de concentración de hierro deseado.

Se contempla que la variación de otros parámetros también variaría el gradiente de concentración de hierro. Ejemplos de otros parámetros que pueden variarse para afectar al gradiente y la dirección de concentración de hierro incluyen

ajustes de HPHT (alta presión y alta temperatura), distribución del tamaño de partícula (PSD), contenido de metal total en el sustrato de carburo, contenido de metal total en la meseta del diamante y dirección de extensión, es decir, extensiones de metal verticalmente desde la interfase de carburo en el PCD, horizontalmente desde las paredes de la copa refractaria que están conteniendo el PCD o verticalmente desde los extremos de la copa a través de una fuente de extensión de metal externa.

Los aglomerados y piezas en bruto de diamante policristalino se usan ampliamente en operaciones de corte, fresado, rectificado, perforación y otras operaciones abrasivas y aplicaciones de corte de metales, y los aglomerados y cortadoras de diamante policristalino se usan ampliamente en aplicaciones de perforación de formaciones geológicas.

Por ejemplo, las herramientas usadas en la industria del mecanizado de metales, tales como brocas de perforación, pueden incorporar aglomerados de diamante policristalino o piezas en bruto de diamante policristalino. En la FIG. 8 se muestran tres brocas de perforación ejemplares: una vista en perspectiva de una herramienta 600a redonda de árbol sólido, una vista lateral de una broca 600b de perforación estriada helicoidalmente y una vista en perspectiva de una broca 600c estriada helicoidalmente. Cada una de las brocas de perforación incluye un cuerpo 610 de aleación metálica hecho de, por ejemplo, carburo de wolframio. El cuerpo 610 de aleación metálica incluye un extremo 620 frontal, un porción 630 de árbol y un extremo 640 posterior adaptado para montarse en un portaherramientas. El extremo 620 frontal, la porción 630 de árbol y el extremo 640 posterior están colocados secuencialmente a lo largo de un eje 650 longitudinal del cuerpo. Las brocas de perforación incluyen un aglomerado 660 de diamante policristalino ligado al extremo 620 frontal. El aglomerado 660 de diamante policristalino puede ligarse mediante cobresoldadura o alguna otra técnica de ligación, o puede estar formado integralmente con el cuerpo 610 de aleación metálica. Opcionalmente pueden estar presentes estrías 670 helicoidales, como se observa en las herramientas 600b y 600c redondas ejemplares. Estas herramientas redondas ejemplares se usan, por ejemplo, en la industria aeroespacial para el mecanizado de piezas de trabajo de aluminio, titanio y aleaciones de los mismos y de piezas de trabajo de materiales compuestos.

Además, por ejemplo, las herramientas usadas en la industria de la perforación, tales como brocas 700 de arrastre (véase la FIG. 9), a menudo incorporan múltiples cortadoras de diamante policristalino o aglomerados de diamante policristalino. En realizaciones ejemplares, la broca 700 de arrastre tiene un cuerpo 720 de aleación metálica que incluye un extremo 730 frontal, una región 740 de hombro y un extremo 750 posterior roscado colocados secuencialmente a lo largo de un eje 760 longitudinal del cuerpo 720. La broca 700 de arrastre tiene una pluralidad de aletas 770 (también denominadas a veces palas) colocadas a lo largo de una superficie exterior del extremo 730 frontal. Cada una de las aletas 770 está separada de una aleta 770 secuencialmente adyacente por una estría 780 de forma helicoidal que se extiende hacia atrás. Adicionalmente, colocadas a lo largo de una región periférica de las aletas 770, hay una pluralidad de cortadoras 710 de diamante policristalino. Aunque no se muestra en la FIG. 9, las cortadoras 710 de diamante policristalino pueden reemplazarse por aglomerados de diamante policristalino. En cada caso, ya sean las cortadoras de diamante policristalino o los aglomerados de diamante policristalino, la meseta del diamante tiene las particularidades y características descritas en el presente documento, incluyendo, para las cortadoras de diamante policristalino, un gradiente de concentración de hierro en el cuerpo de diamante que se extiende desde la interfase dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante y, para los aglomerados de diamante policristalino, un gradiente de concentración de hierro que se extiende desde una superficie exterior del cuerpo de diamante dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante.

Se realizó una prueba de fresado interrumpido usando una máquina de fresado frontal y una pieza de trabajo de aleación de Al – Si al 6%. Se probaron muestras de piezas en bruto de diamante policristalino que tenían particularidades y características descritas en el presente documento que incluían un gradiente de concentración de hierro en el cuerpo de diamante que se extiende desde la interfase dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante en la prueba de fresado interrumpido. Muestras de piezas en bruto de diamante policristalino sin un gradiente de concentración de hierro en el cuerpo de diamante que se extienda desde la interfase dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante se usaron como control en la prueba de fresado interrumpido. Los detalles sobre las condiciones de prueba de la herramienta para el ensayo de fresado interrumpido se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2 - Detalles sobre las condiciones de prueba de la herramienta para la prueba de fresado interrumpido

Condiciones de prueba de la herramienta	Detalles
Nido de la cortadora	NPS1543R (15 grados de plomo)
Pieza intercalada	SNG 432
Material	A356-T6 (125L x 70W x 150T, mm)
Velocidad de corte	Vc = 1500 m/min => 2400 m/min

Condiciones de prueba de la herramienta	Detalles
Alimentación/rev	$f_n = 0,2 \text{ mm/rev}$
Velocidad de alimentación	$v_f = 940 \text{ mm/min} \Rightarrow 1504 \text{ mm/min}$
Profundidad de corte	$a_p = 0,3 \text{ mm}$
Paso-1 Anchura de corte	$a_e = 25,54 \text{ mm}$
Paso-2 Anchura de corte	$a_e = 44,46 \text{ mm (4 ranuras)}$
Refrigerante	Secado

La prueba de fresado interrumpido se efectuó durante 330 pasadas, después de lo cual las muestras se retiraron de la prueba de fresado y se midió el desgaste de los flancos usando un microscopio óptico. La FIG. 10 es un gráfico 800 que muestra los resultados de las pruebas de fresado interrumpido. En la FIG. 10, el eje Y muestra el desgaste de la herramienta para (a) dos herramientas 810, 820 de diamante policristalino de la invención con un gradiente de concentración de hierro en el cuerpo de diamante que se extiende desde la interfase dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante y (b) una pieza intercalada 830 de herramienta en pieza en bruto de diamante policristalino de ejemplo comparativo sin un gradiente de concentración de hierro en el cuerpo de diamante. Las piezas intercaladas 810, 820 de herramienta de diamante policristalino de la invención, así como las herramientas sin gradiente de Fe, se fabricaban usando la alimentación de diamante de la misma calidad con granos de diamante cristalino que tienen un tamaño de grano promedio de 0,5 a 3 micrómetros. Los resultados de la FIG. 10 para las herramientas 810 y 820 de diamante policristalino de la invención eran 24-26 micrómetros, los resultados de la FIG. 10 para la herramienta 830 de diamante policristalino del ejemplo comparativo eran 95 micrómetros.

Las FIGS. 11A y 11B muestran esquemáticamente ejemplos adicionales de herramientas de corte que pueden crearse incorporando las piezas en bruto divulgadas. Las herramientas de corte ejemplares se ilustran en forma de una pieza en bruto 900 de diamante policristalino (también denominada a veces punta) y una herramienta 910 de corte que tiene al menos porciones formadas a partir de una pieza en bruto 900 de diamante policristalino. Por ejemplo, la pieza en bruto 900 de diamante policristalino ilustrada incluye un sustrato 920 formado por un material tal como carburo de wolframio y un cuerpo 910 de diamante, que incluye una capa 930 de trabajo exterior y una capa 940 intermedia que está dispuesta entre ellos. El cuerpo 910 de diamante, típicamente la capa 940 intermedia, está unido al sustrato 920. Preferiblemente, la capa 930 de trabajo exterior tendrá un espesor entre 0,4 mm y 0,6 mm. En el ejemplo ilustrado, la interfase 950 de la pieza en bruto 900 de diamante policristalino entre el cuerpo 910 de diamante y el sustrato 920 no es plana, pero se pueden usar otras geometrías y superficies de interfase, incluyendo plana. En el ejemplo ilustrado, la interfase 950 incluye arcos, que forman la superficie corrugada del sustrato 920 y que tienen preferentemente entre 0,4 y 0,6 mm de altura. Para mantener una separación suficiente entre los arcos 960 y la capa 930 de trabajo exterior, la capa 940 intermedia debe ser de al menos 0,15 a 0,2 mm en su punto más delgado (por encima de los picos de la superficie corrugada), y típicamente estará entre 0,5 y 0,6 mm en su punto más grueso. La FIG. 11B ilustra esquemáticamente una herramienta 900 de corte, es decir, ejemplar una punta, fijada a un sustrato 960 para formar una pieza intercalada 970 de herramienta de corte. La punta puede fijarse, por ejemplo, cobresoldando la punta a una superficie de asiento del sustrato 960. Una particularidad de montaje opcional, tal como un orificio 980 que se extiende desde un primer lado de la herramienta de corte hasta un segundo lado de la pieza intercalada 970 de la herramienta de corte, puede estar configurado para recibir una sujeción, tal como un tornillo, para montar la pieza intercalada 970 de herramienta de corte en una herramienta de mecanizado tal como una herramienta de fresado (no mostrada). En las FIGS. 11A y 11B, la pieza en bruto 900, es decir, una punta, de diamante policristalino tiene la forma de un triángulo, pero se pueden usar otras geometrías incluyendo circular, ovalada y poligonal.

Debe observarse que las propiedades, imágenes y resultados, particularmente en relación con las FIGS. 4, 5A-5B, 6-7 y 10, son para piezas en bruto de diamante policristalino. Sin embargo, se esperaría que se obtuvieran resultados similares para la composición y el análisis de composición de la meseta del diamante para un aglomerado de diamante policristalino. En cada caso, el contenido de hierro se determina desde la superficie del cuerpo de diamante dentro de un volumen interior del cuerpo de diamante. Para el caso de la pieza en bruto de diamante policristalino, la superficie coincide con la interfase entre la meseta del diamante y el sustrato; para el caso del aglomerado de diamante policristalino, la superficie es una superficie exterior desde la que se originaba la extensión a HPHT para consolidar la meseta del diamante durante el procesamiento a HPHT. Adicionalmente, el análisis y los resultados relacionados con la pieza en bruto de diamante policristalino también se pueden trasladar y aplicar a cortadoras de diamante policristalino.

En general, la meseta del diamante de los aglomerados de diamante policristalino, las piezas en bruto de diamante policristalino y las cortadoras de diamante policristalino divulgadas en el presente documento se pueden formar sinterizando partículas de diamante en condiciones de alta presión y alta temperatura (HPHT) en presencia de un catalizador metálico (tal como cobalto, Co). El catalizador metálico puede originarse a partir de una fuente independiente, tal como un polvo de catalizador metálico mezclado con las partículas de diamante o en una capa adyacente a las partículas de diamante o a partir de un material de sustrato según se describe a continuación. Las condiciones de HPHT típicas incluyen presiones a o por encima de aproximadamente 4 GPa y temperaturas a o por encima de aproximadamente 1400°C. Típicamente, en las condiciones de procesamiento a HPHT, el material aglutinante presente en una fuente independiente o en un sustrato (típicamente un sustrato de carburo cementado) situado adyacente a los polvos de diamante se funde y se extiende hacia la masa de diamante. Cuando está presente un sustrato, el material aglutinante del sustrato puede actuar como un catalizador metálico en los polvos de diamante. En presencia del catalizador metálico, los cristales de diamante se unen entre sí en enlaces de diamante a diamante mediante un proceso de disolución-precipitación para formar un aglomerado sinterizado en el que se forma una masa de diamante policristalino, es decir, una meseta del diamante, que se liga al sustrato (si está presente). La presencia del catalizador metálico facilita la formación de enlaces de diamante a diamante y, cuando sea aplicable, la ligación de la meseta del diamante al sustrato.

En realizaciones particulares, las partículas de diamante están contenidas dentro de una alimentación de diamante. La alimentación de diamante incluye de 90 a 99% en peso de partículas de diamante y de 1 a 10% en peso de una aleación de cobalto-hierro. La aleación de cobalto-hierro se distribuye homogéneamente en la alimentación de diamante, por ejemplo, moliendo con bolas la alimentación de diamante tanto con las partículas de diamante como con la aleación de cobalto-hierro. En algunas realizaciones, las partículas de diamante en la alimentación de diamante tienen un diámetro promedio de 3 micrómetros o 30 micrómetros. En otras realizaciones, las partículas de diamante en la alimentación de diamante tienen otros diámetros promedio. Por ejemplo, las partículas de diamante pueden tener un diámetro promedio de 1 a 40 micrómetros, alternativamente de 3 a 40 micrómetros, alternativamente de 25 a 30 micrómetros, alternativamente de 1 a 25 micrómetros, alternativamente de 3 a 25 micrómetros, alternativamente de 1,5 a 3,0 micrómetros. En realizaciones alternativas, el diámetro promedio puede ser unimodal o multimodal.

En algunas realizaciones, la aleación de cobalto-hierro es Co_xFe_y , donde $0,6 \leq x \leq 0,8$, $0,2 \leq y \leq 0,4$, y $x+y=1,0$. Alternativamente, la aleación de cobalto-hierro es Co_xFe_y , donde $0,68 \leq x \leq 0,72$, $0,28 \leq y \leq 0,32$ y $x+y=1,0$. En otras realizaciones alternativas más, la aleación de cobalto-hierro es Co_xFe_y , donde $x = 0,7$ e $y = 0,3$.

La alimentación de diamante se usa para formar un conjunto, que posteriormente se someterá a procesamiento a HPHT a temperatura elevada y presión elevada suficientes para sinterizar la alimentación de diamante en un cuerpo de diamante. El conjunto comprende una fuente de catalizador de diamante y una capa de alimentación de diamante en contacto con la fuente de catalizador de diamante contenidos en un recipiente refractario. La formación del conjunto continúa colocando una tapa sobre el contenido del recipiente refractario y sellando, tal como mediante engaste.

Cuando se forma un aglomerado de diamante policristalino, la fuente de catalizador de diamante puede ser un polvo de catalizador metálico mezclado en las partículas de diamante o una capa de polvo de catalizador metálico adyacente a las partículas de diamante. Polvos de catalizador metálico ejemplares tienen una composición a base de Co y están libres de hierro. Una composición particular a base de Co, libre de hierro, adecuada para su uso como polvo de catalizador metálico para formar el aglomerado de diamante policristalino divulgado es carburo cementado o carburo de wolframio sinterizado con cobalto (WC-Co) con una adición de cobalto metálico a la alimentación de aproximadamente el 0,1-5% en peso.

Cuando se forma una pieza en bruto de diamante policristalino o una cortadora de diamante policristalino, la fuente de catalizador de diamante puede ser un material de sustrato situado adyacente a las partículas de diamante. Materiales de sustrato ejemplares tienen una composición a base de Co y están libres de hierro. Una composición particular a base de Co, libre de hierro, adecuada para su uso como sustrato para formar la pieza en bruto o cortadora de diamante policristalino divulgada es un sustrato de carburo cementado o carburo de wolframio sinterizado con cobalto (WC-Co) con un contenido de cobalto que varía de 5-15% en peso en el sustrato.

El catalizador metálico que permanece en la meseta del diamante después del procedimiento de sinterización a HPHT puede ser perjudicial para el rendimiento del diamante policristalino cuando se usa en aplicaciones de corte o mecanizado o cuando se perforan formaciones geológicas subterráneas. Por lo tanto, el catalizador metálico que permanece en la meseta del diamante después del procedimiento de sinterización a HPHT puede retirarse opcionalmente en un procedimiento de lixiviación posterior. En el procedimiento de lixiviación, al menos una porción del cuerpo de diamante se expone a un ácido adecuado para la disolución de catalizador metálico, tal como agua regia (una mezcla de ácido nítrico y ácido clorhídrico, óptimamente en una relación molar de 1:3). El material catalítico en la porción del cuerpo de diamante expuesta al ácido se retirará mediante el procedimiento de lixiviación, dejando regiones intergranulares en la porción lixiviada con ácido del cuerpo de diamante que están sustancialmente libres de material catalítico. Como se conoce en la técnica, la retirada al menos parcial de material catalítico puede proporcionar un material de diamante policristalino con estabilidad térmica aumentada, lo que también puede afectar beneficiosamente a la resistencia al desgaste del material de diamante policristalino. Cuando está presente, la porción lixiviada con ácido del cuerpo de diamante se extiende desde una superficie de trabajo en un volumen interior del cuerpo de diamante.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con realizaciones de la misma, los expertos en la técnica apreciarán que pueden realizarse adiciones, eliminaciones, modificaciones y sustituciones no descritas específicamente sin apartarse del espíritu y alcance de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, aunque se describen en relación con materiales combustibles fisionables, reactores nucleares y componentes asociados, los principios, composiciones, estructuras, particularidades, colocaciones y procedimientos descritos en el presente documento también pueden aplicarse a otros materiales, otras composiciones, otras estructuras, otras particularidades, otras colocaciones y otros procedimientos, así como a su fabricación y a otros tipos de reactores.

Con respecto al uso de sustancialmente cualquier término plural y/o singular en el presente documento, los expertos en la técnica pueden convertir del plural al singular y/o del singular al plural según sea apropiado para el contexto y/o aplicación. Las diversas permutaciones de singular/plural no se exponen expresamente en el presente documento por motivos de claridad.

La materia descrita en el presente documento ilustra a veces diferentes componentes contenidos dentro de, o relacionados con, otros componentes diferentes. Debe entenderse que estas arquitecturas representadas son meramente ejemplares, y que de hecho pueden ponerse en práctica muchas otras arquitecturas que logran la misma funcionalidad. En sentido conceptual, cualquier colocación de componentes para lograr la misma funcionalidad está efectivamente "asociada" de manera que se logre la funcionalidad deseada. De ahí que dos componentes cualesquiera en el presente documento combinados para lograr una funcionalidad particular puedan considerarse "asociados" entre sí de manera que se logre la funcionalidad deseada, independientemente de las arquitecturas o componentes intermedios. Asimismo, dos componentes cualesquiera así asociados también pueden considerarse "operativamente conectados" u "operativamente acoplados" entre sí para lograr la funcionalidad deseada, y dos componentes cualesquiera capaces de asociarse también pueden considerarse como "operativamente acoplables" entre sí para lograr la funcionalidad deseada. Ejemplos específicos de operativamente acoplables incluyen, pero no se limitan a, componentes físicamente adaptables y/o que interactúan físicamente, y/o componentes que pueden interactuar de manera inalámbrica, y/o que interactúan de manera inalámbrica, y/o componentes que interactúan lógicamente, y/o que pueden interactuar lógicamente.

En algunos casos, uno o más componentes pueden denominarse en el presente documento "configurados para", "configurados por", "configurables para", "operables/operativos para", "adaptados/adaptables", "capaces de", "conformables/conformados para", etc. Los expertos en la técnica reconocerán que estos términos (por ejemplo, "configurado para") pueden abarcar generalmente componentes en estado activo y/o componentes en estado inactivo y/o componentes en estado estacionario, a menos que el contexto requiera lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Un aglomerado de diamante policristalino, que comprende:

una meseta (30) del diamante que tiene una superficie (50) superior y/o una superficie (60) lateral como superficies de trabajo, y una superficie exterior o interfase como una superficie que no es de trabajo, definiéndose la interfase cuando la meseta (30) del diamante está montada sobre un sustrato y se extiende entre la meseta (30) del diamante y el sustrato, y un volumen interior, comprendiendo la meseta del diamante

un volumen de granos de diamante cristalino unidos entre sí por enlaces de diamante a diamante para formar la meseta (30) del diamante, incluyendo la meseta (30) del diamante una pluralidad de regiones intergranulares dispuestas entre los granos de diamante cristalino unidos;

un material catalítico a base de cobalto presente en al menos una porción de la pluralidad de regiones intergranulares; y

un gradiente de concentración de hierro que se extiende desde la superficie exterior o interfase dentro del volumen interior de la meseta (30) del diamante,

donde una concentración de hierro aumenta a lo largo del gradiente de concentración de hierro desde de 0% en peso a 0,1% en peso de Fe en la superficie exterior o interfase hasta de 0,7% en peso a 0,9% en peso a una distancia de 600 micrómetros a 700 micrómetros desde la superficie exterior o interfase dentro del volumen interior de la meseta (30) del diamante.

2. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 1, en el que el gradiente de concentración de hierro varía linealmente desde la superficie exterior o interfase dentro del volumen interior de la meseta (30) de diamante.

3. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 1 o 2, en el que los granos de diamante cristalino tienen un tamaño de grano promedio de 0,5 a 3 micrómetros.

4. El aglomerado de diamante policristalino según las reivindicaciones 1 o 2, en el que el gradiente de concentración de hierro varía desde de 0,01% en peso a 0,1% en peso de Fe en la superficie exterior o interfase hasta de 0,7% en peso a 0,9% en peso a una distancia de 600 micrómetros a 700 micrómetros desde la superficie exterior o interfase dentro del volumen interior de la meseta (30) del diamante.

5. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 1, en el que los granos de diamante cristalino tienen un tamaño de grano promedio de 25 a 30 micrómetros.

6. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 1, que comprende además un sustrato (20) de metal duro.

7. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 6, en el que el sustrato (20) de metal duro tiene una composición que incluye un carburo cementado o un carburo de wolframio sinterizado con cobalto (WC-Co).

8. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 6, en el que el sustrato (20) de metal duro está libre de hierro.

9. El aglomerado de diamante policristalino según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el gradiente de concentración de hierro varía linealmente desde la superficie exterior o interfase dentro del volumen interior de la meseta (30) de diamante.

10. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 1, en el que los granos de diamante cristalino tienen un tamaño de grano promedio de 1 a 25 micrómetros.

11. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 1, en el que los granos de diamante cristalino tienen un tamaño de grano promedio de 3 a 25 micrómetros.

12. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 3, en el que los granos de diamante cristalino tienen un tamaño de grano promedio de 1,5 a 3,0 micrómetros.

13. El aglomerado de diamante policristalino según la reivindicación 1, en el que los granos de diamante cristalino tienen un tamaño de grano promedio de 1 a 40 micrómetros.

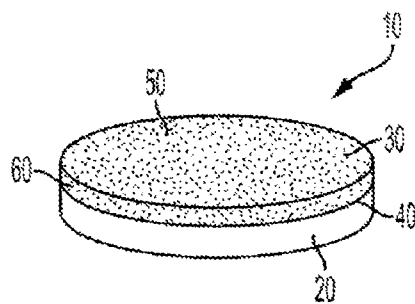


FIG. 1

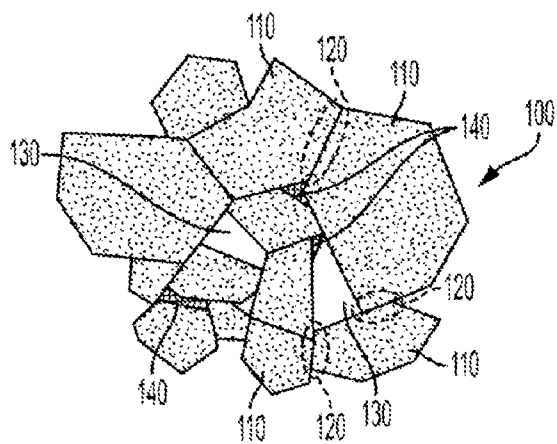


FIG. 2

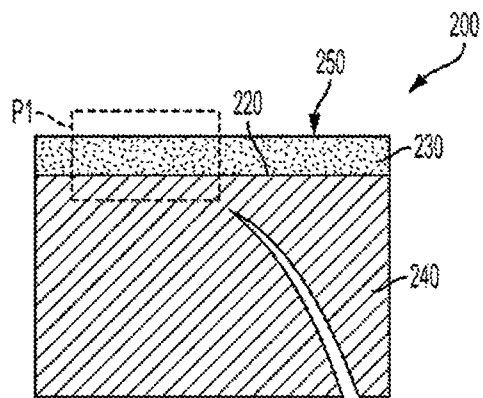


FIG. 3A

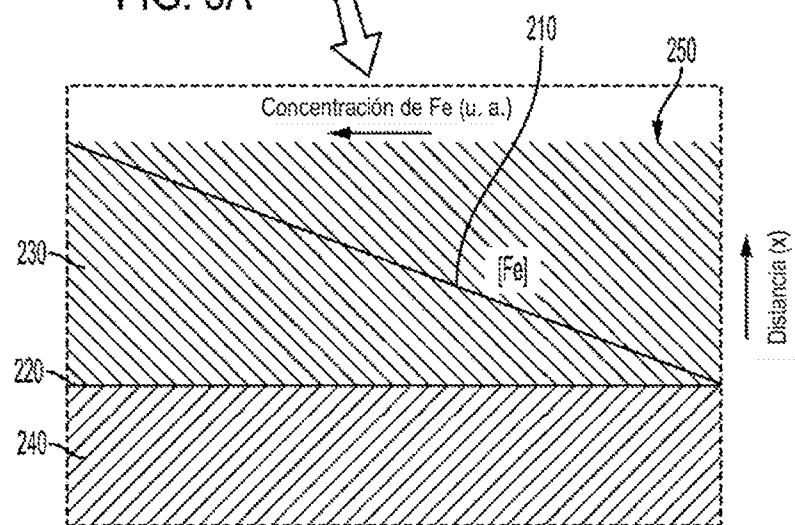


FIG. 3B

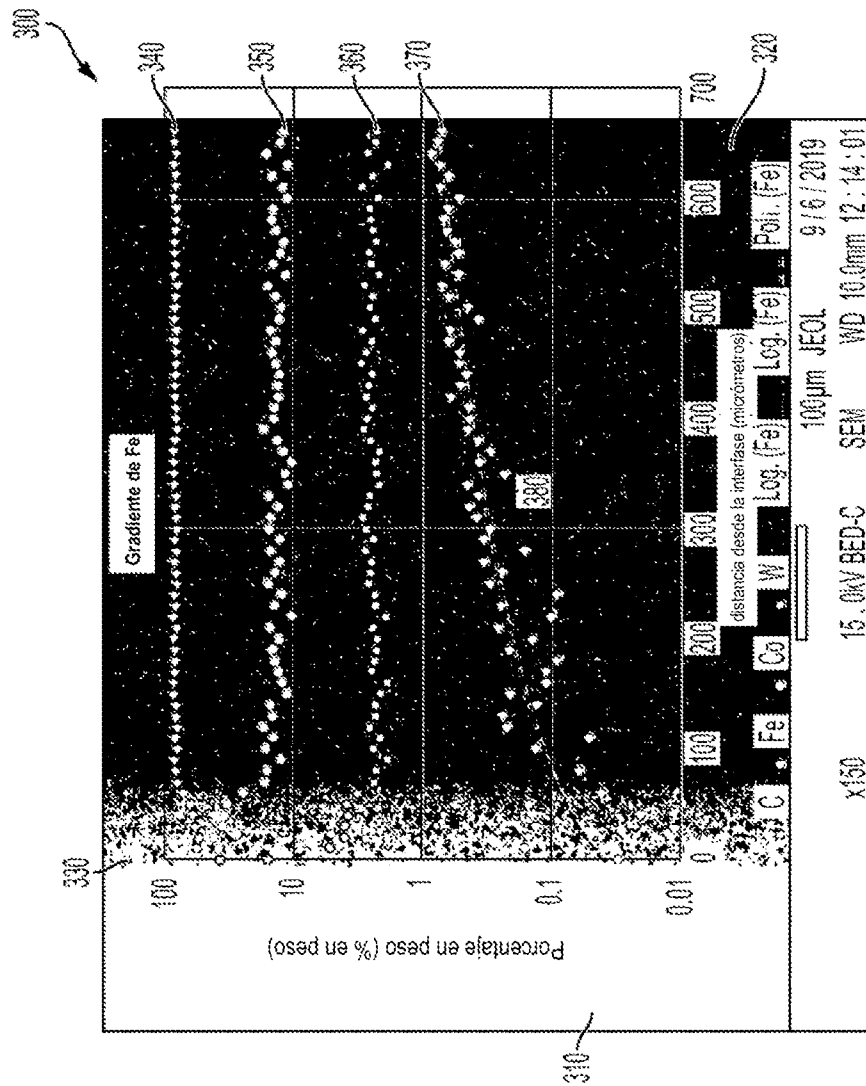


FIG. 4

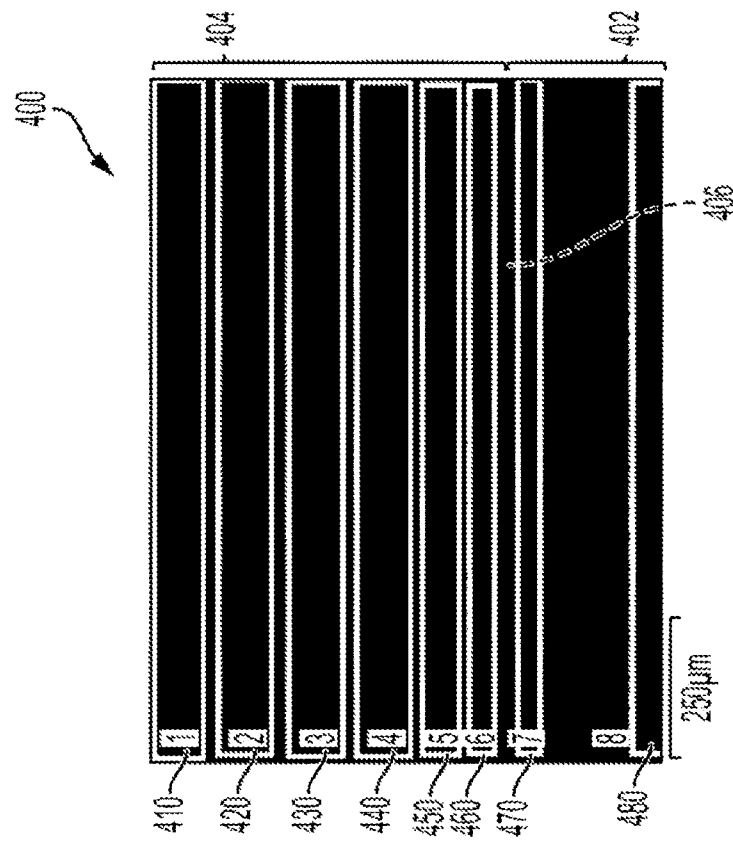


FIG. 5A

Etiqueta del Espectro	C	Fe	Co	W	Total
Espectro 1	84.60	0.70	12.45	2.25	100.00
Espectro 2	83.87	0.59	13.01	2.54	100.00
Espectro 3	83.37	0.47	13.46	2.70	100.00
Espectro 4	82.89	0.34	14.15	2.63	100.00
Espectro 5	82.86	0.08	14.78	2.28	100.00
Espectro 6	63.56		32.94	3.50	100.00
Espectro 7	7.42		10.51	82.07	100.00
Espectro 8	7.31		10.91	81.23	100.00

FIG. 5B

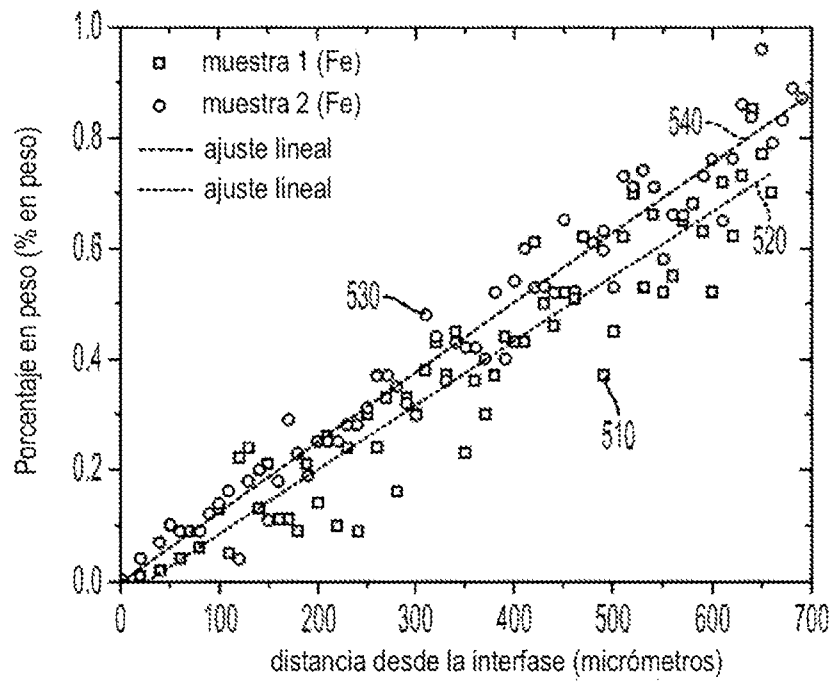


FIG. 6

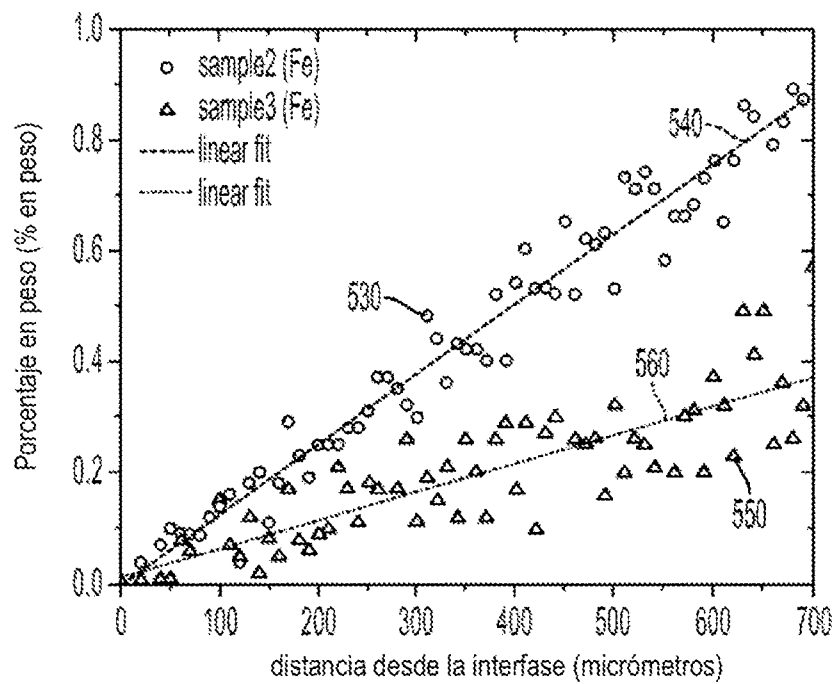


FIG. 7

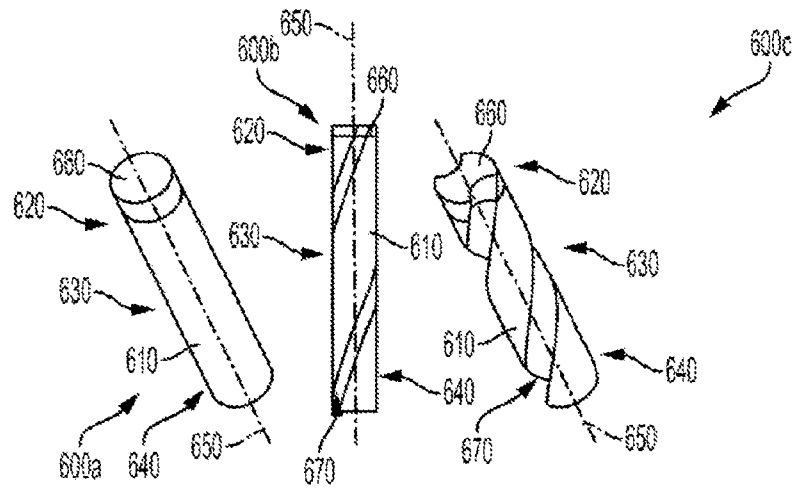


FIG. 8

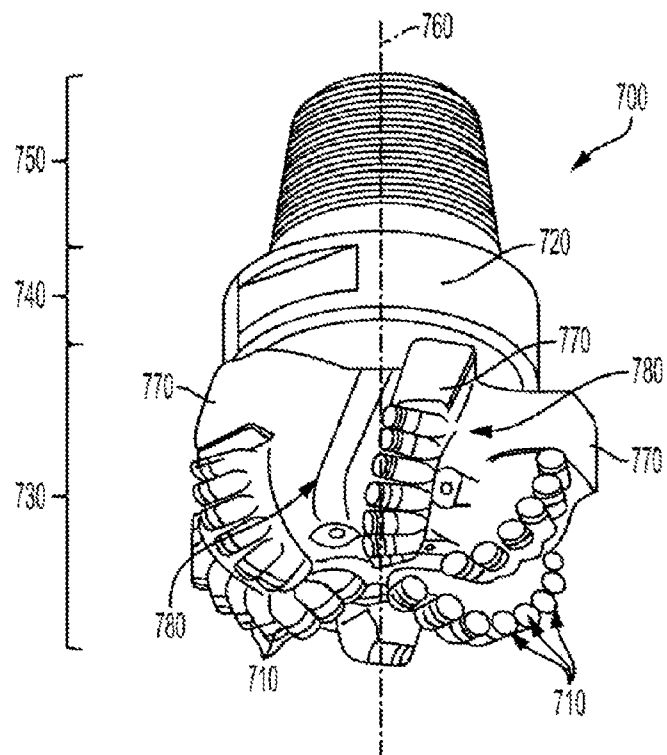


FIG. 9

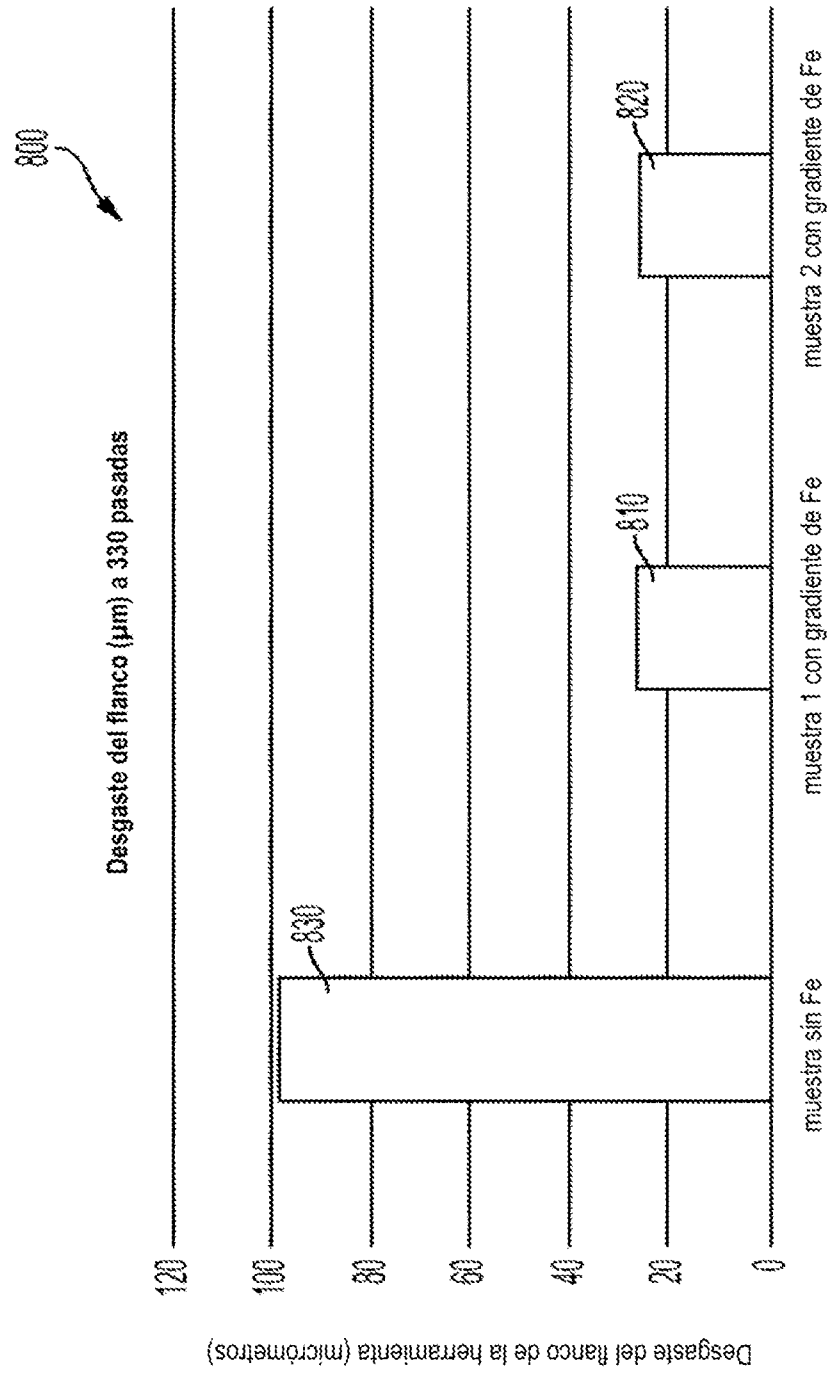


FIG. 10

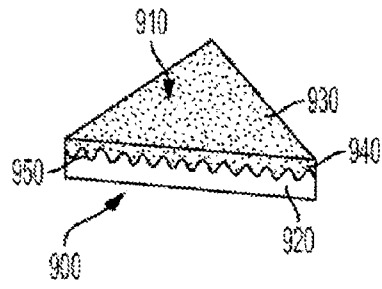


FIG. 11A

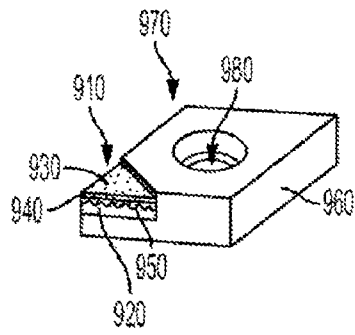


FIG. 11B