(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 633 614**

(51) Int. Cl.:

B01D 39/20 (2006.01)
B01D 71/02 (2006.01)
C04B 35/185 (2006.01)
C04B 35/66 (2006.01)
C04B 35/18 (2006.01)
C04B 38/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.08.2006 PCT/US2006/030953**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **22.02.2007 WO07021705**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2006 E 06801002 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 1931446**

(54) Título: **Filtro de espuma ceramica mejorado para mejor filtración de hierro fundido**

(30) Prioridad:

09.08.2005 US 706577 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.09.2017

(73) Titular/es:

PORVAIR, PLC (100.0%)
7 Regis Place, King's Lynn
PE30 2JN, GB

(72) Inventor/es:

OLSON, RUDOLPH A.;
AUBREY, LEONARD S.;
CHI, FENG;
PLANTEC, CHRISTOPHER J.;
REDDEN, MYRON K. y
HAACK, DAVID P.

(74) Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 633 614 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

Filtro de espuma ceramica mejorado para mejor filtración de hierro fundido

Fondo

La presente invención está relacionada con un filtro de espuma cerámica mejorada. Más particularmente, la presente invención se relaciona con un filtro de espuma cerámica para el hierro fundido con propiedades mecánicas suficientes para su uso en la captura y retención de escorias líquidas de alto FeO, otras escorias de óxido de metal, y otras partículas arrastradas.

Una parte significativa de las fundiciones de hierro usan tamices de mullita prensados o extruidos. Se espera que un filtro de espuma cerámica funcione mejor que un colador debido a su ruta de flujo de fluido tortuoso, pero coladores de mullita se desempeñan mejor que sería de esperar en aplicaciones de hierro dúctil considerando los coladores a través de la configuración de flujo. La hipótesis es que la escoria líquida en el hierro dúctil fundido empapa la superficie de mullita mejor de lo que moja SiC. Filtros de mullita pueden retener mejor escoria líquida durante la filtración, pero los filtros de espuma de mullita para aplicaciones de fundición no han sido disponibles.

La retención de escoria es difícil en filtros de tipo colador. Inclusiones líquidas, a pesar de que mojan fácilmente el material de colador de mullita, son deformables muy fácilmente por el hierro fundido que fluye y únicomente fluyen por la pared del filtro a la salida. Muchas veces los coladores actúan para unirse numerosas pequeñas inclusiones de escoria (tamaño no crítico) y liberarlas de nuevo en el hierro que fluye como una inclusión más grande.

El estado de la técnica para los filtros de espuma de SiC enlazados por sílice usados para filtración de hierro fundido se describe en la Patente de Estados Unidos nº 6.663.776. El filtro descrito en ella produce la más alta resistencia a alta temperatura conocida comercialmente para este tipo particular de filtro. Hay muchas compañías que fabrican filtros de SiC enlazados por sílice para la industria del hierro, ya que es bastante fácil de hacer un filtro relativamente robusto de este tipo. Durante la descarga, se cree que el grano SiC en el cuerpo se oxida parcialmente al vidrio de sílice. El vidrio de sílice permite que el grano SiC se une bien con la matriz aglutinante de sílice creando de este modo una espuma relativamente robusta. En la colada de piezas de fundición de hierro, particularmente hierro dúctil, se forma una escoria líquida de FeO alto. La alta escoria de FeO no moja filtros de espuma de SiC debido a una reacción carbotérmica entre el constituyente de carbono de grano de SiC y las impurezas de grafito en el SiC. La escoria de FeO se reacciona y gas de CO se forma en la interfaz de filtro de escoria, evitando que la escoria se moje y se adhiera al filtro.

EP-A-0412673 y US-A-5190897 describen filtros de espuma cerámica para la filtración de hierro fundido, los filtros que se forman a partir de una composición de precursor de suspensión acuosa que comprende 20-50% en peso de carburo de silicio, 20-50% en peso de alúmina, 1,5-5,0% en peso de sílice derivado de sol de sílice coloidal, y 1-3% por fibras de aluminosilicato de peso.

Sustituyendo SiC con mullita ha demostrado ser difícil de alcanzar y diseño adecuado del aglutinante para la formulación de un filtro con las propiedades mecánicas apropiadas tanto en temperatura ambiente y alta no se ha descubierto previamente. Por lo tanto, se podría fácilmente hacer un filtro de SiC aceptable incluso cuando se utiliza un diseño de matriz deficiente, pero no con mullita.

Un filtro de mullita con una resistencia suficiente para la filtración de hierro líquido hasta ahora no ha sido descubierto por los investigadores.

Resumen de la invención

Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar una espuma de mullita en la que las características de humectación en hierro se utilizan dentro de la ruta tortuosa de la espuma para producir un filtro que es superior a espuma de SiC enlazados por sílice o coladores de mullita, creando piezas de hierro más limpias más mecanizables.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un método mejorado para el filtrado de hierro.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un filtro mejorado para filtrado de hierro. Otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar un filtro con humectabilidad mejorada a FeO, la mejora de la resistencia al choque térmico y una ruta de flujo tortuosa.

En un primer aspecto, la presente invención proporciona un precursor de cerámica que comprende: 33-70% en peso de aluminosilicato refractario; 10-30% en peso de sílice coloidal; 0-2% en peso de bentonita; 0-35% en peso de sílice pirógena; 1-10% en peso de formadores de poros, y líquido.

En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un filtro de cerámica preparado por el método de: preparar un precursor cerámico que comprende: 35-70% en peso de aluminosilicato refractario; 10-30% en peso de sílice coloidal; 0-2% en peso de bentonita; 0-35% en peso de sílice pirógena; 0-10% en peso de formadores de poros; y disolvente; impregnando una espuma orgánica con dicho precursor de cerámica; calentando dicha espuma

orgánica impregnada a una temperatura suficiente para volatilizar dicha espuma orgánica y enlazar dicho precursor de cerámica, en el que dicho filtro tiene una densidad de 8-18 % y dicho filtro tiene un módulo caliente de ruptura (MOR) de 172 a 827 kPa (25 a 120 psi).

El filtro de la presente invención se puede utilizar para filtrar hierro fundido. El hierro fundido se pasa a través del filtro en el que escoria de FeO es retenida por el filtro. Por consiguiente, en un aspecto adicional, la presente invención proporciona un proceso para filtrar hierro fundido que comprende: preparar un filtro de espuma cerámica por las etapas de: preparación de un precursor de cerámica que comprende: 35-70% en peso de aluminosilicato refractario; 10-30% en peso de sílice coloidal; 0-2% en peso de bentonita; 0-35% en peso de sílice pirógena; 0-10% en peso formadores de poros; y disolvente; la impregnación de una espuma orgánica con dicho precursor de cerámica; calentar dicha espuma orgánica impregnada a una temperatura suficiente para volatilizar la espuma orgánica y sinterizar el precursor de cerámica para formar un filtro; y pasando el hierro fundido a través de dicho filtro en el que la escoria FeO es retenida por dicho filtro.

Breve descripción de las figuras

Fig. 1 es una vista macroscópica de un filtro de la presente invención.
Fig. 2 es una vista microscópica de electrones de un filtro de la presente invención tomado en aumento de 50x.
Fig. 3 es un microscopio electrónico, visto en sección transversal de un filtro de la presente invención después del uso, filtrando el hierro fundido.
Fig. 4 es una imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM).
Fig. 5 es una imagen espectroscópica dispersiva de electrones (EDS).
Fig. 6 es una imagen EDS.
Fig. 7 es una imagen SEM.
Fig. 8 es una imagen SEM.
Fig. 9 es una imagen SEM.
Fig. 10 es una imagen SEM.

Descripción detallada

La invención proporciona un filtro de mullita enlazado por sílice con resistencia suficiente, tanto en temperatura ambiente como temperatura alta, y suficiente resistencia al choque térmico y un método para fabricar el filtro. La invención también proporciona un método mejorado de filtrar metal fundido.

El filtro se realiza mediante la técnica de replicación de espuma, que es un método común utilizado para la fabricación de espuma cerámica reticulada para su uso como dispositivos de filtración de metal fundido. En el proceso, la espuma de poliurdimetilo se recubre con suspensión cerámica, después se secó y disparó. Durante el disparo, la espuma de poliurdimetilo dentro de la capa de cerámica se vaporiza, pero la estructura de cerámica permanece, dando como resultado una espuma de cerámica de tipo exoesqueleto que tiene huecos vacíos donde residía poliurdimetilo. La Figura 1 proporciona una imagen macroscópica de espuma cerámica. La estructura es esencialmente una conexión de puntales con porosidad que reside alrededor y dentro de estos puntales.

En la preparación de un filtro de cerámica, la espuma se impregna con suspensión cerámica. La suspensión cerámica se seca a continuación, la espuma se vaporiza y la cerámica es sinterizada. El proceso para la formación de un filtro de cerámica se proporciona en la Patente de Estados Unidos nº 4.056.586.; 5.456.833 y 5.673.902.

La suspensión empleada depende del material cerámico deseado para la aplicación elegida. Uno debe tener suficientes propiedades en el producto final para soportar la aplicación particular con respecto a los ataques químicos y deben tener suficiente resistencia estructural y/o mecánica para soportar las condiciones de temperatura elevada particulares. Además, la suspensión debe tener un grado relativamente alto de fluidez y estar compuesta de una suspensión acuosa de la cerámica destinada para su uso en el filtro. Normalmente, la suspensión contiene agua. Aditivos, tales como aglutinantes y agentes tensioactivos, se pueden emplear en la suspensión.

El material de espuma flexible se impregna con la suspensión cerámica acuosa de modo que las bandas de tipo fibra se recubren con la misma y los huecos se llenan con la misma. Normalmente, se prefiere sumergir repetidamente la espuma en la suspensión y comprimir la espuma entre inmersiones para asegurar completa impregnación de la espuma.

La espuma impregnada se comprime preferiblemente para expulsar de 25 a 75% de la suspensión, dejando la porción de banda de tipo fibra revestida con la misma. En una operación continua, se puede pasar la espuma impregnada a través de un rodillo de preajuste para afectar la expulsión deseada de la suspensión desde la espuma y dejar la cantidad deseada impregnada en la misma. Esto se puede hacer manualmente con el simple apriete del material de espuma flexible en la medida deseada. En esta etapa, la espuma es todavía flexible y se puede conformar en configuraciones adecuadas para la tarea de filtración específica, es decir, en placas curvadas, cilindros huecos, etc. Es necesario mantener la espuma formada en posición por medios convencionales hasta que se

descompone el sustrato polimérico, o preferiblemente hasta que se sinterice la cerámica. La espuma impregnada se seca entonces por secado al aire o secado acelerado a una temperatura de 35ºC a 700ºC de 2 minutos a 6 horas. Después del secado, el material se calienta a una temperatura elevada para unir las partículas de cerámica que componen las telas de tipo fibra. Se prefiere calentar el material impregnado secado en dos etapas, consistiendo la primera etapa en calentar a una temperatura de 350°C a 700°C y manteniendo dentro de este intervalo de temperatura durante de 2 minutos a 6 horas con el fin de quemar o volatilizar la banda de espuma flexible. Es evidente que esta etapa puede ser parte del ciclo de secado, si se desea. La segunda etapa consiste en calentamiento a una temperatura de 900ºC a 1700°C y mantenimiento dentro de ese rango de temperatura durante 2 minutos a 10 horas con el fin de unir la cerámica. El producto resultante es una espuma cerámica fusionada que tiene una estructura de célula abierta que se caracteriza por una pluralidad de huecos interconectados rodeados por una banda de la cerámica. La espuma cerámica puede tener cualquier configuración deseada basándose en la configuración necesaria para el proceso de filtración de metal fundido particular.

El proceso para formar el filtro de la invención comprende la formación de una suspensión de los precursores de cerámica. Para los fines de la presente invención, precursores de cerámica incluyen proporciones específicas de aluminosilicato refractario, sílice coloidal, sílice condensada y bentonita modificada. La suspensión puede comprender un tensioactivo para disminuir la tensión superficial de la fase acuosa por debajo de 80 mN/m para características de humectación mejoradas.

El término "aluminosilicato refractario", tal como se usa aquí, se refiere a las materias primas refractarias que comprenden predominantemente mullita y que poseen un equivalente cónico pirométrico (PCE) de al menos 20. Esta clase de materias primas también se conoce en la literatura de materiales refractarios por los sinónimos arcilla refractaria calcinada, agregado calcinado, calcina refractaria, calcinas mullitas, agregados refractarios, cianita calcinada, mullita electrofusionada y chamotas.

El precursor cerámico de la presente invención comprende aproximadamente 35-70% en peso de aluminosilicato refractario, sobre 10-30% en peso de sílice coloidal, aproximadamente 0 a 2% en peso de bentonita o bentonita modificada que tiene un modificador de reología polimérica añadida, 0 a 35% en peso de sílice fusionada y 0-10% en peso de formador de poros, siendo el resto un disolvente, preferiblemente agua, presente en una cantidad suficiente para permitir que la composición fluya dentro de la espuma. Aproximadamente 5-8% en peso de agua se prefiere particularmente como disolvente. Más preferentemente, la composición cerámica comprende 40-60% en peso y lo más preferiblemente 50-60% en peso de aluminosilicato refractario. Por debajo de aproximadamente 40% en peso de aluminosilicato refractario el FeO puede no humedecer adecuadamente las superficies interiores del filtro para permitir efecto de mecha en los intersticios donde es retenido. Filtros hechos con menos de 50% en peso de aluminosilicato refractario también pueden ser más sensibles a los choques térmicos en la solicitud. Por encima de aproximadamente 60% en peso de aluminosilicato refractario, la potencia del filtro se ve comprometida. Más preferiblemente, el precursor cerámico comprende 10-23% en peso de sílice coloidal. Más preferiblemente, el precursor cerámico comprende aproximadamente 0,6 a 1,5% en peso de bentonita o bentonita modificada y más preferiblemente de aproximadamente 0,8% en peso de bentonita o bentonita modificada. Más preferiblemente, el precursor de cerámica comprende de aproximadamente 10-20% en peso de sílice pirógena. Sílice fundida se puede utilizar indistintamente en la presente invención en cualquier proporción de hasta la cantidad total de sílice condensada como se expone en el presente documento.

El filtro resultante proporciona un MOR caliente, medida a 1,428°C, de 138 a 5521 Pa en una densidad relativa media de aproximadamente 14%.

La densidad del filtro resultante es preferiblemente al menos 8% en peso de la densidad teórica a no más de 18% en peso de la densidad teórica. Por encima de 18% en peso de la densidad teórica de la tasa de filtración es demasiado lento para ser eficaz. A continuación, 8 % en peso de densidad teórica de la fuerza del filtro es insuficiente para su uso en la filtración de hierro fundido.

Aluminosilicato refractario es un material de origen natural con una composición nominal de $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$. En la práctica, el aluminosilicato refractario comprende de aproximadamente 45% en peso a 70% en peso de Al_2O_3 y aproximadamente 25% en peso a 50% en peso de SiO_2. Impurezas de origen natural están presentes y un experto en la técnica se daría cuenta de que la eliminación total de las impurezas es el costo prohibitivo. En la práctica, aluminosilicato refractario tiene aproximadamente 1,53% en peso de TiO_2, hasta aproximadamente 1,5% en peso de Fe_2O_3, hasta aproximadamente 0,06% en peso de CaO, hasta aproximadamente 0,8% en peso de MgO, de hasta aproximadamente 0,09% en peso de Na_20, hasta aproximadamente 0,9 % en peso de K_2O y hasta aproximadamente 0,12% en peso de P_2O_5. Para los fines de la presente invención, los aluminosilicatos refractarios preferidos son mulcoa 47®, mulcoa 60® y mulcoa 70® todos disponibles de C-E Minerals of Americus, GA pero cualquier polvo de aluminosilicato refractario comercialmente disponible es adecuado para la aplicación.

Es preferible añadir materiales orgánicos volátiles a la suspensión cerámica para aumentar aún más la porosidad.

En una realización alternativa, un precursor cerámico que comprende huecos esféricos se puede formar en la forma deseada de la cerámica porosa y disparar como se describe en la patente de los Estados Unidos. nº 6,773,825.

Una mezcla de partículas de cerámica o de metal y esferas orgánicas flexibles como el formador de poros se prepara en un líquido, o suspensión, y la mezcla se forma en una forma de artículo. El artículo conformado se seca y se cuece de manera que las partículas están unidas por sinterización. Las esferas orgánicas y otros aditivos orgánicos se volatilizan. Las esferas son preferiblemente de baja densidad y más preferiblemente huecas. El tamaño de los huecos puede ser preseleccionado por la selección de las esferas de polímero adecuadas. La porosidad también se controla fácilmente por el número de esferas de polímero añadidas. Lo más preferido es que las esferas de polímero están cada una en contacto con al menos otras dos esferas de tal manera que una red de huecos se crea en el eventual difusor.

A una suspensión de precursor cerámico se añade esferas huecas orgánicas flexibles que están suspendidas de forma simultánea en el disolvente como formador de poros. El precursor de cerámica se incorpora a continuación en la espuma como se describe adicionalmente en este documento y se secó para eliminar el disolvente. Cuando el precursor cerámico se cuece para formar una cerámica las esferas se volatilizan resultando en huecos distribuidos uniformemente a lo largo de la red de filtro. Usando este método se puede lograr una gama de porosidades, sin embargo, para su uso en la filtración de hierro fundido, es preferible que la porosidad sea no más de 60% debido a la insuficiente resistencia al estrés térmico a niveles más altos de porosidad. La porosidad y tamaño de poro se controla fácilmente por el número y tamaño de esferas de polímero usado. Después de la cocción el vacío es sustancialmente la misma forma y tamaño que la esfera incluida. Es más preferible utilizar esferas con un diámetro medio de 20 a 150 micras y más preferiblemente 20-80 micras. Una microesfera 80 es la más preferida. Otros formadores de poros orgánicos pueden incluirse incluyendo harina, celulosa, almidón y similares. Esferas huecas orgánicas son las más preferidas debido al bajo volumen de orgánico a volumen de poros que puede conseguirse y el nivel mínimo de residuo orgánico que queda después de la cocción. Lo más preferido es que la suspensión comprende hasta aproximadamente 10% en peso de formadores de poros basados en una micraesfera 80 hueca.
[0040] El material se forma ya sea al tamaño o se corta al tamaño. El material se puede cortar al tamaño como una cerámica verde o como una cerámica sinterizada.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Una composición de precursor de cerámica se preparó utilizando los materiales listados en la Tabla 1. En la Tabla 1, el aluminosilicato refractario utilizado fue Mulcoa 60®, molido a una malla de -325, como está disponible de C-E Minerals. Se usó sílice coloidal como se obtiene de Nyacol. Se utilizó bentonita modificada como se obtiene de Wyo-Ben, Inc. La sílice pirógena se utilizó como se obtiene de CE Minerals. La composición se coció a 1200°C durante 30 min. Sílice fundida podría sustituir a la sílice pirógena para mejorar la capacidad de cortar la espuma de cerámica en el estado cocido. El módulo de rotura se midió a temperatura ambiente como se informa en la Tabla 2. El módulo de rotura se midió a una temperatura elevada como se informó en la Tabla 3.

Tabla 1:

Componente	**% en peso**
aluminosilicato refractario	54,50
sílice coloidal	21,00
bentonita modificada	0,75
La sílice pirógena	17,75
agua	6,00

El módulo de temperatura ambiente promedio de ruptura (MOR) del filtro es de aproximadamente 620 kPa (90 psi) durante el intervalo de densidad dada. Este valor es aceptable para la mayoría de aplicaciones de filtración de metal fundido.

Tabla 2: MOR de temperatura ambiente

Densidad (%)	MOR, kPa (psi)
15,7	656 (95,1)
13,3	532 (77,1)
14,0	793-(115,0)
13,4	665 (96,5)
15,3	740 (107,4)
14,0	590 (85,5)
13,1	541 (78,4)
13,9	685 (99,3)
14,9	578 (83,8)
15,0	648 (94,0)
Promedio 14,3	Promedio 643-(93,2)

Para medir la MOR caliente de filtros de espuma cerámica de mullita enlazados a sílice, muestras a temperatura ambiente se insertan directamente en un horno mantenido a 1.428°C, después ensayado en configuración de curva de tres puntos sobre 45 segundos después de insertarse el filtro. Esta prueba es análoga a las condiciones a las que se somete el filtro durante la filtración de hierro. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: MOR caliente

Densidad	MOR, kPa (psi)
15,0	355 (51,5)
15,2	358 (51,9)
15,3	278 (40,3)
14,2	208 (30,1)
14,2	208 (30,1)
15,3	137 (19,8)
15,0	228 (33,1)
15,4	108 (15,7)
15,6	201 (29,2)
15,6	250 (36,3)
13,4	193-(28,0)

Ejemplo 2

Para mejorar la retención de escoria líquida y la capacidad se preparó una composición como en la Tabla 1 con la inclusión adicional de esferas huecas orgánicas al 4% en peso con un diámetro de 80 µm. El filtro resultante se examinó bajo un microscopio electrónico y la microestructura resultante se muestra en la Figura 2. Cuando la escoria líquida moja el cuerpo de mullita, puede absorberse en los microporos a través de la acción capilar.

Ejemplo 3

Se preparó un filtro en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 con la composición proporcionada en la Tabla 4. Se utilizó mulcoa 70® como el aluminosilicato refractario como disponibles de C-E Minerals.

Tabla 4:

Componente	**% en peso**
aluminosilicato refractario	54,5
sílice coloidal	21,0
bentonita modificada	0,8
humo de sílice	17,8
agua	5,9

El MOR caliente medio resultante se midió a 34 psi en una densidad relativa de espuma media de 14%.

Ejemplo 4

[0047] Se preparó un filtro bajo las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 con la composición proporcionada en la Tabla 5. Mulcoa 47® fue utilizado como el aluminosilicato refractario como está disponible de C-E Minerals y la cerámica se coció a 1225°C durante 5 minutos.

Tabla 5:

Componente	**% en peso**
aluminosilicato refractario	54,5
sílice coloidal	21,0
bentonita modificada	0,8
humo de sílice	17,8
agua	5,9

El MOR caliente medio resultante se midió a 434 kPa en una densidad relativa de espuma media de 14%.

Ejemplo 5

Filtros del tipo descrito en el Ejemplo 1 se hicieron y se ensayaron en una fundición de hierro. Estos filtros se ensayaron en comparación con filtros de espuma cerámica de carburo de sílice estándar. En el ensayo, el hierro gris fundido se vertió a través de una compuerta de metal estándar y carcasa de filtración, a través del filtro de prueba, y en un molde para hacer un componente de hierro fundido comercial estándar. Después de solidificación metálica y enfriamiento del sistema, se eliminaron los filtros de ensayo, se cortaron y se pulieron a través de técnicas de preparación de muestras metalúrgicas estándar, y se examinaron en sección transversal para la evidencia de captura de escoria líquida, la retención y la absorción en la microporosidad del material de filtro. La figura 3 muestra la micrografía de la sección transversal de la muestra producida. En la figura, hay pruebas de penetración de escoria líquida en el cuerpo del filtro. En este caso, la escoria de óxido metálico capturado era una mezcla de impurezas de óxido de metal (de silicio, titanio, calcio, manganeso y aluminio) como se determina a través de la espectroscopia de dispersión de energía (EDS). La evaluación de las muestras de esta prueba indica una penetración más profunda de la escoria de óxido de metal en la estructura microporosa del filtro en comparación a la indicada con un filtro de carburo de sílice estándar que funciona en las mismas condiciones de funcionamiento.

En una prueba similar, filtros de la invención preparados como se describe en el Ejemplo 1 y los filtros de carburo de sílice estándar se ensayaron en una aplicación de fundición de hierro gris estándar que funde bloques de cilindros de hierro gris. El patrón de fundición contenía dos copias de filtro. Cada impresión de filtro individual filtra el hierro

necesario para llenar un bloque de cilindro único. Para cada prueba un filtro de la invención se colocó en una copia de impresión de filtro y un filtro de carburo de sílice estándar se colocó en la otra impresión de filtro como un control. Se produjeron cuatro piezas fundidas siendo cada uno libre de defectos de inclusión. No hubo una diferencia medible en el tiempo de vertido. La compuerta se limpió y los segmentos de impresión de filtro se retiraron del árbol de compuerta para la evaluación metalúrgica. El segmento de impresión de filtro del árbol de compuerta se seccionó para exponer los filamentos de filtro. La impresión del filtro de la invención fue examinada en busca de signos de fallo mecánico. No hubo pruebas de deflexión o deterioro de la estructura de filamentos. No hubo signos de agrietamiento o inclinación de filtro de la invención, confirmando con ello que el filtro es capaz de resistir estrés mecánico y térmico suficiente para aplicaciones de filtración de hierro.

Se examinaron los filtros para determinar la cantidad y el tipo de material de inclusión capturado por los filamentos de filtro. Las figuras 4 y 10 ilustran el material de inclusión capturado. El examen tanto del filtro de la invención como el filtro de control reveló una gran cantidad de granos de arena capturados en el borde de ambos filtros. En algunas zonas, el filtro se bloqueó completamente por los granos de arena. Ejemplos de granos de arena se muestran claramente en la Fig. 4 para el filtro de control y en las Figuras 8 y 9 para el filtro de la invención. La Figura 5 muestra los resultados de un microanálisis de espectroscopia de energía dispersiva de rayos X (EDAX) confirmando que la inclusión es una partícula de SiO_2 o de arena de sílice.

El componente principal de la inclusión fue una fase de escoria de óxido de metal mostrada en las Figs. 4, 7, 8, 9 y 10. Esta escoria se examinó y se encontró que contenía óxido de silicio, óxido de calcio, óxido de manganeso, óxido de aluminio y óxido de titanio. Esta escoria se encuentra en todos los cuatro filtros. La cantidad de la escoria de óxido varió según la ubicación dentro de cada filtro individual, pero este material de inclusión era abundante en cada filtro y se encontraba fácilmente durante el examen de cada filtro. Además, esta escoria de óxido metálico contenía pequeñas perlas o gotitas de hierro puro. Estas gotitas de hierro se forman generalmente por la reducción de óxido de hierro a hierro elemental por el precipitado de carbono como se solidifica el hierro. Se observaron estas gotitas de hierro en los filtros de control y los filtros inventivos. Estas gotitas se crean normalmente por la turbulencia en el sistema de compuerta.

No hubo diferencia significativa en la composición de la escoria capturada por el material de filtro de control en comparación con el material de filtro de la invención. La única diferencia observada en los dos materiales cerámicos diferentes era la profundidad de penetración de la escoria de óxido de metal en el filtro de la invención en comparación con el control. Las Figuras 9 y 10 muestran claramente que el filtro de la invención parece absorber la escoria en el filtro de manera mucho más eficaz que el control. La penetración de la escoria en el filtro de la invención fue mucho más prominente que en el filtro comparativo. Dado que tanto el filtro de la invención como el filtro comparativo se colocan dentro del mismo molde, no es sorprendente que capturaron materiales de inclusión similares. Basándose en la inspección visual parecía que el filtro de la invención había capturado más inclusiones que el filtro comparativo.

El filtro de la invención soportó la tensión térmica y mecánica de una aplicación de fundición de hierro gris de producción. No hubo evidencia de cualquier deterioro mecánico o químico del filtro.

La invención se ha descrito con referencia particular a las realizaciones preferidas sin limitación a las mismas. Un experto en la técnica podría conducir a formas de realización que no se apartan del alcance de la presente invención tal como se establece más específicamente en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un precursor de cerámica que comprende:

35-70% en peso de aluminosilicato refractario;
10-30% en peso de sílice coloidal;
0-2% en peso de bentonita;
0-35% en peso de sílice pirógena;
1-10% en peso de formadores de poros; y
líquido.

2. El precursor de cerámica de la reivindicación 1 en el que dichos formadores de poros son esferas huecas.

3. El precursor de cerámica de la reivindicación 2 en el que dichas esferas huecas tienen un diámetro de 20 a 150 µm.

4. El precursor de cerámica de la reivindicación 1 en el que dicho precursor cerámico comprende 40-60% en peso de aluminosilicato refractario.

5. El precursor de cerámica de la reivindicación 1 en el que dicho precursor de cerámica comprende 10-23% en peso de sílice coloidal.

6. El precursor de cerámica de la reivindicación 1 en el que dicho precursor cerámico comprende 0-1,5% en peso de bentonita.

7. El precursor de cerámica de la reivindicación 5 en el que dicho precursor cerámico comprende 0,8% en peso de bentonita.

8. El precursor de cerámica de la reivindicación 6 en el que dicho precursor cerámico comprende 0-20% en peso de sílice pirógena.

9. El precursor de cerámica de la reivindicación 8 en el que dicho precursor cerámico comprende 10-20% en peso de sílice pirógena.

10. El precursor de cerámica de la reivindicación 1 en la que dicho líquido es agua.

11. Un filtro cerámico preparado por el método de:
preparar un precursor de cerámica que comprende:
35-70% en peso de aluminosilicato refractario;
10-30% en peso de sílice coloidal;
0-2% en peso de bentonita;
0-35% en peso de sílice pirógena;
0-10% en peso de formadores de poros; y
disolvente;

impregnando una espuma orgánica con dicho precursor de cerámica; calentando dicha espuma orgánica impregnada a una temperatura suficiente para volatilizar dicha espuma orgánica y enlazar
dicho precursor de cerámica en el que dicho filtro tiene una densidad de 8-18% y dicho filtro tiene un módulo caliente de ruptura (MOR) de 172 a 827 kPa (25 a 120 psi).

12. El filtro cerámico de la reivindicación 11 en el que dichos agricultores de poro son esferas huecas.

13. El filtro cerámico de la reivindicación 12 en el que dichas esferas huecas tienen un diámetro de 20 a 150 µm.

14. El filtro cerámico de la reivindicación 11 en el que dicho precursor cerámico comprende 50-60% en peso de aluminosilicato refractario.

15. El filtro cerámico de la reivindicación 14 en el que dicho precursor cerámico comprende 40-60% en peso de aluminosilicato refractario.

16. El filtro cerámico de la reivindicación 11 en el que dicho precursor cerámico comprende 10-23% en peso de sílice coloidal.

17. El filtro cerámico de la reivindicación 11 en el que dicho precursor cerámico comprende 0-1,5% en peso de bentonita.

18. El filtro cerámico de la reivindicación 17 en el que dicho precursor cerámico comprende 0,8% en peso de bentonita.

19. El filtro cerámico de la reivindicación 11 en el que dicho precursor cerámico comprende 0-20% en peso de sílice pirógena.

20. El filtro cerámico de la reivindicación 19 en el que dicho precursor cerámico comprende 10-20% en peso de sílice pirógena.

21. El filtro cerámico de la reivindicación 11 en el que dicho disolvente es agua.

22. El filtro cerámico de la reivindicación 11 en el que dicho filtro tiene una densidad que es aproximadamente 12% de la densidad teórica.

23. El filtro cerámico de la reivindicación 11 en el que dicho bentonita es bentonita modificada.

24. Un proceso para filtrar hierro fundido que comprende:
la preparación un filtro de espuma cerámica por las etapas de:
la preparación de un precursor cerámico que comprende;
35-70% en peso de aluminosilicato refractario;
10-30% en peso de sílice coloidal;
0-2% en peso de bentonita;
0-35% en peso de sílice pirógena;
0-10% en peso de formadores de poros; y
disolvente;

impregnando una espuma orgánica con dicho precursor de cerámica; calentando dicha espuma orgánica impregnada a una temperatura
suficiente para volatilizar dicha espuma orgánica y
sinterizar dicho precursor de cerámica para formar un filtro; y
pasando de hierro fundido a través de dicho filtro en el que la escoria FeO
es retenida por dicho filtro.

25. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 24 en el que dicho formadores de poros son esferas huecas.

26. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 25 en el que dichas esferas huecas tienen un diámetro de 20 a 150 µm.

27. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 24 en el que dicho precursor de cerámica comprende 50-60% en peso de aluminosilicato refractario.

28. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 27 en el que dicho precursor de cerámica comprende 40-60% en peso de aluminosilicato refractario.

29. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 24 en el que dicho precursor de cerámica comprende 10-23% en peso de sílice coloidal.

30. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 24 en el que dicho precursor de cerámica comprende 0-1,5% en peso de bentonita.

31. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 30 en el que dicho precursor de cerámica comprende 0,8% en peso de bentonita.

32. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 24 en el que dicho precursor de cerámica comprende 0-20% en peso de sílice pirógena.

33. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 32 en el que dicho precursor de cerámica comprende 10-20% en peso de sílice pirógena.

34. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 24 en el que dicho disolvente es agua.

35. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 24 en el que dicho filtro tiene un módulo caliente de ruptura (MOR) de 172 a 827 kPa (25 a 120 psi).

36. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 35 en el que dicho filtro tiene una densidad

relativa que es aproximadamente el 12% de la densidad teórica.

37. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 24 en el que dicho filtro tiene una densidad relativa de 8-18%.

38. El proceso para la filtración de hierro fundido de la reivindicación 24 en el que dicha bentonita es bentonita modificada

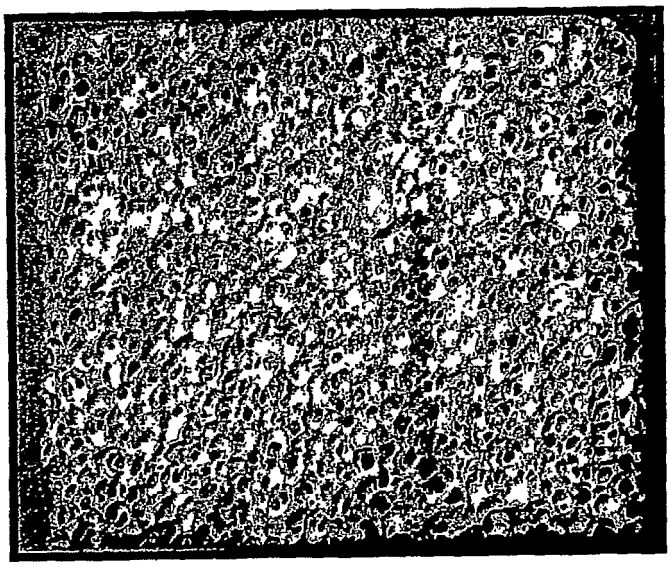

FIG.1

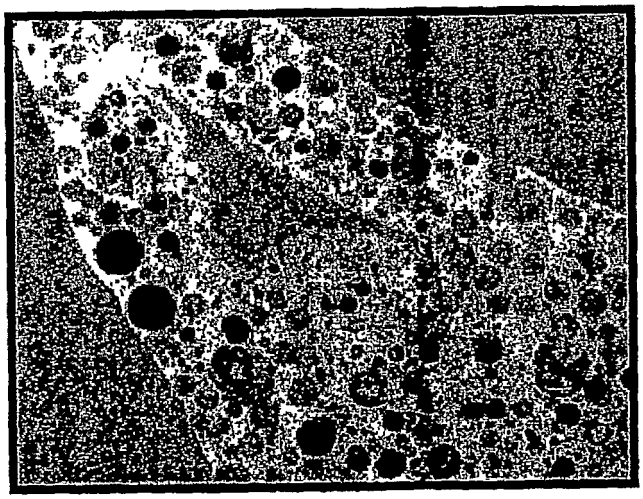

FIG.2

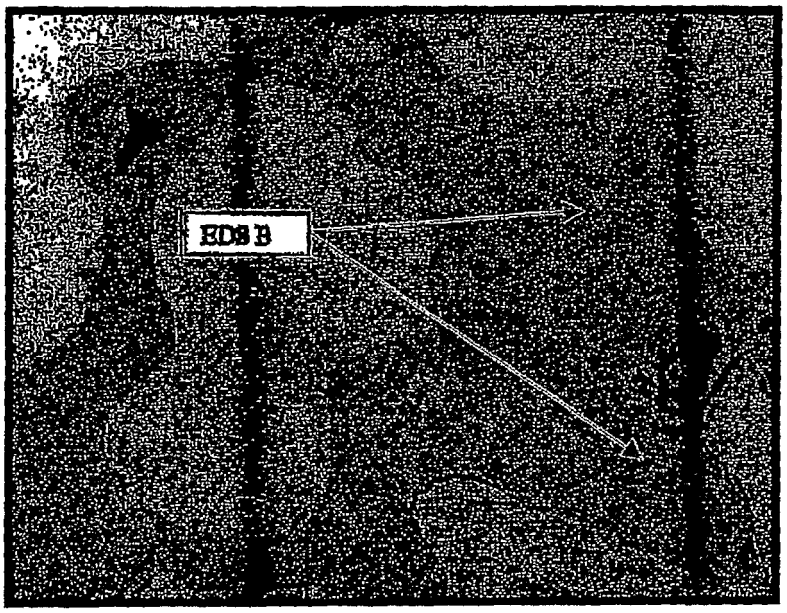

FIG.3

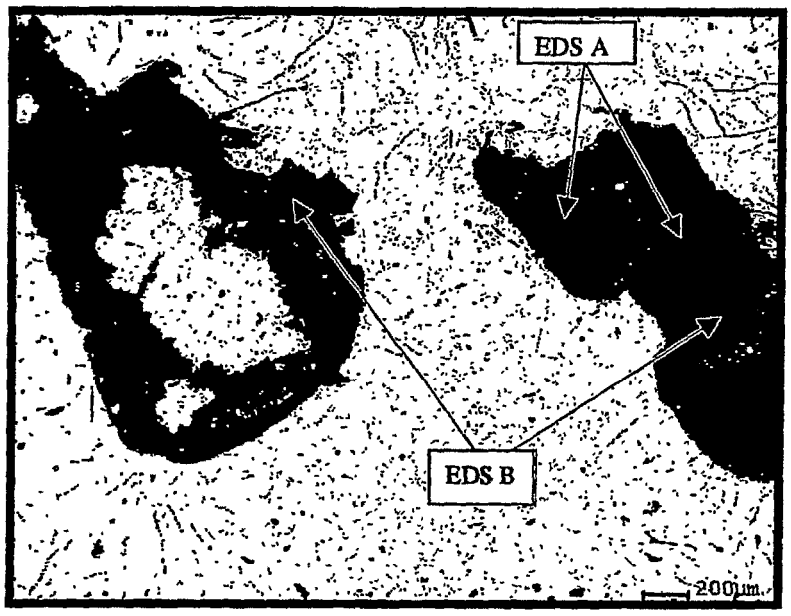
EDS A
EDS B
200µm

FIG.4

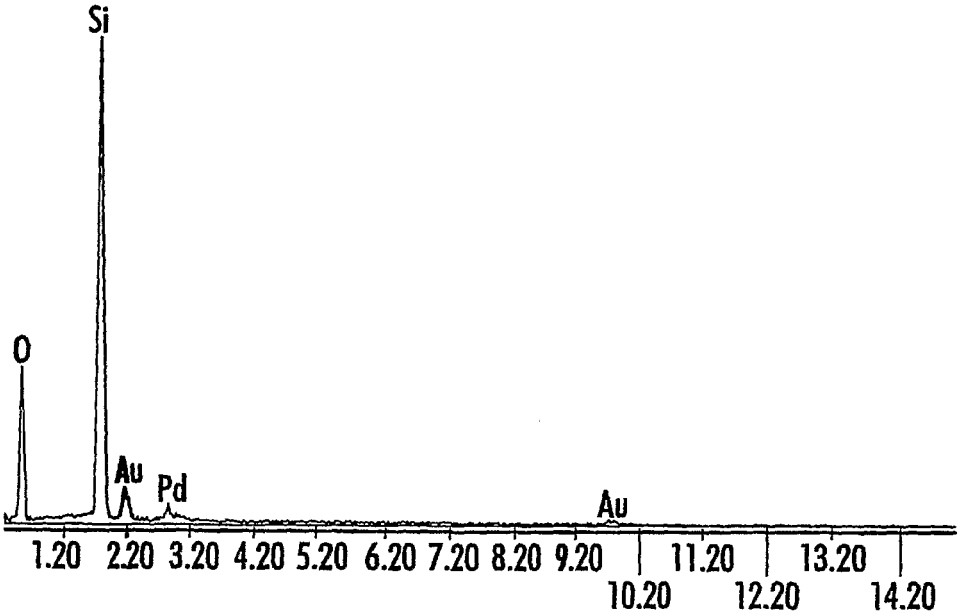
Si
O
Au
Pd
Au
1.20
2.20
3.20
4.20
5.20
6.20
7.20
8.20
9.20
10.20
11.20
12.20
13.20
14.20

FIG.5

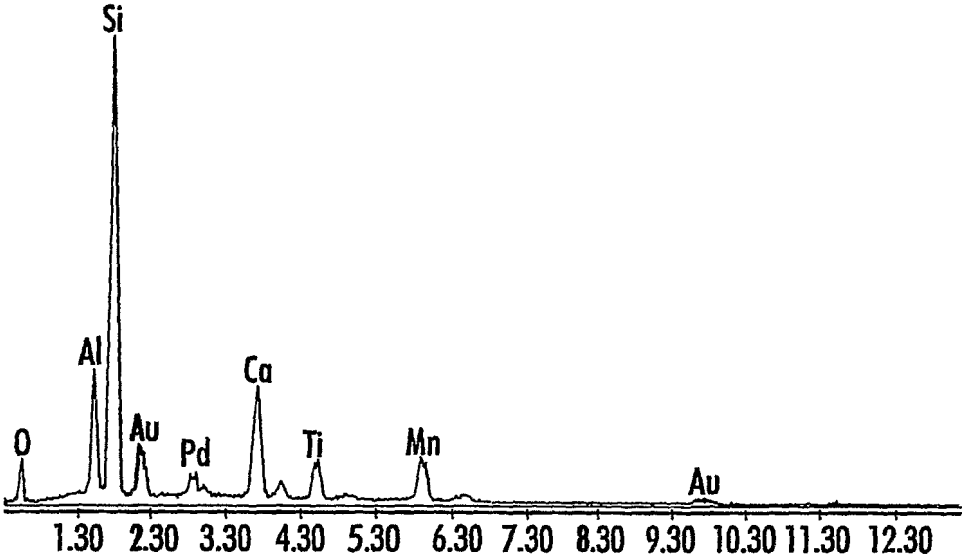
Si
Al
O
Au
Pd
Ca
Ti
Mn
Au
1.30 2.30 3.30 4.30 5.30 6.30 7.30 8.30 9.30 10.30 11.30 12.30

FIG.6

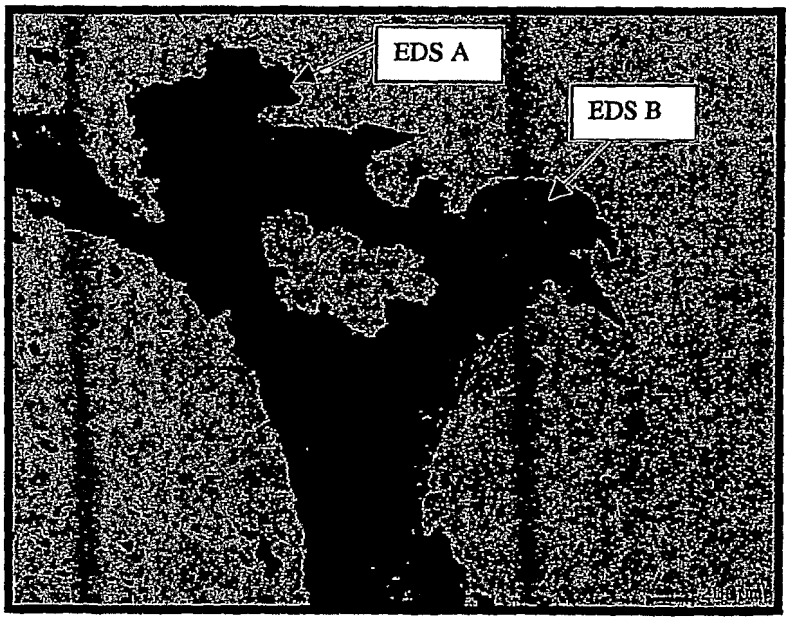
EDS A
EDS B

FIG.7

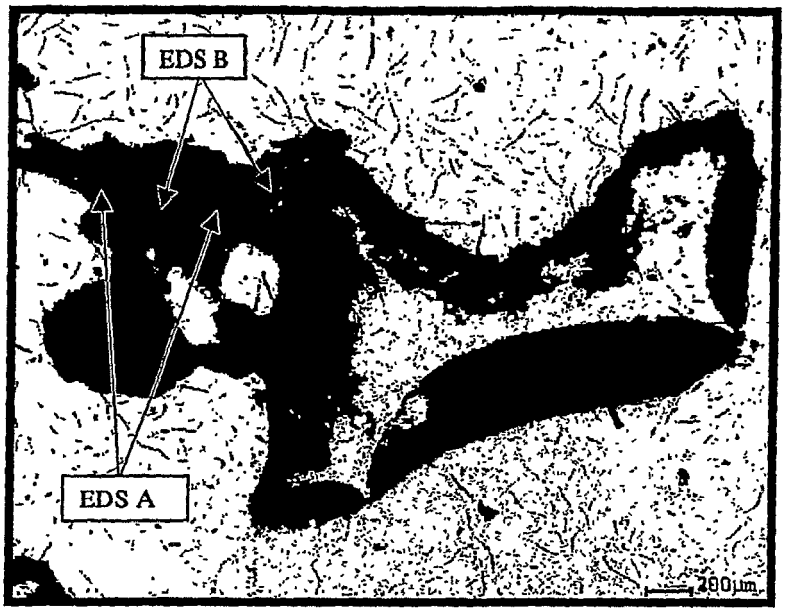

FIG.8

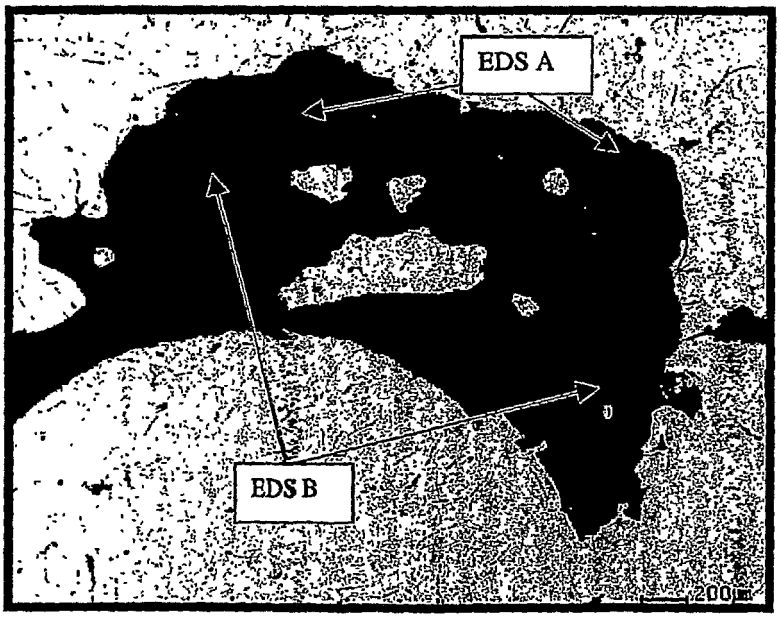

FIG.9

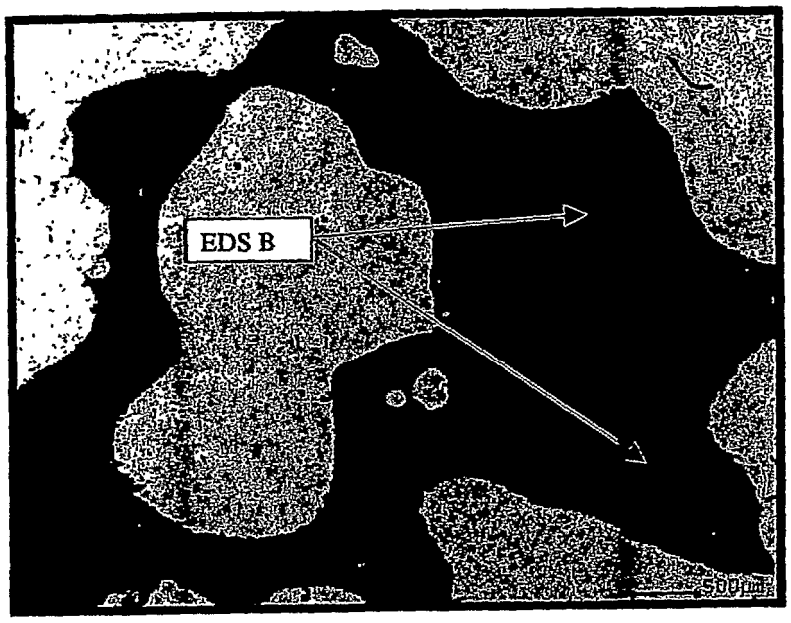

FIG.10