



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 302 840**

(51) Int. Cl.:
D21H 13/38 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02766327 .7**

(86) Fecha de presentación : **20.09.2002**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1446525**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2004**

(54) Título: **Papel ignífugo y aislante.**

(30) Prioridad: **20.09.2001 US 323389 P**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.08.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.08.2008

(73) Titular/es: **Tex Tech Industries, Inc.**
105 North Main Street
North Monmouth, Maine 04265, US

(72) Inventor/es: **Erb, David, F., Jr.;**
Ritter, Eric, D. y
Stang, Lisa, B.

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 302 840 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

Papel ignífugo y aislante.

5 **Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

Esta invención está relacionada con un material en forma de hoja, de aquí en adelante denominado papel, poseyendo propiedades ignífugas y aislantes térmicas. En realizaciones preferidas, un papel conforme a la invención evitará la propagación y penetración de un fuego en un avión, conforme a las especificaciones del Título 14 del U.S. Code of Federal Regulations (Código Americano de Regulaciones Federales) Apartado 25, Partes VI y VII del Apéndice F del mismo, y a los cambios propuestos para dichas Regulaciones, publicados en Septiembre de 2000 en el Federal Register (Registro Federal), Vol. 65, N° 183, páginas 56992-57022 y denominado todo ello aquí en su conjunto como “los requisitos FAA”.

Descripción del campo relacionado con la invención

El papel es confeccionado con fibras y, opcionalmente, con otros materiales, dispersos en un medio líquido y desli-
cuados, usualmente colocándolos sobre una pantalla y, a continuación, aplicando presión para confeccionar una hoja. El papel, en su sentido convencional, es confeccionado usualmente con fibras vegetales -tales como la celulosa- dispersas en un medio acuoso, usualmente con aglutinante y material de relleno, depositadas sobre una pantalla giratoria y hechas girar. Sin embargo, “papel”, como un término más amplio -conforme es utilizado aquí-, comprende cualquier material con base de fibras en forma de hoja, el cual puede ser confeccionado utilizando la tecnología de fabricación de papel.

El papel confeccionado con fibras inorgánicas tiende a poseer una resistencia tensil inferior y una flexibilidad menor que el papel que comprende grandes cantidades de fibras orgánicas. En parte, ello es debido a que las fibras inorgánicas más rígidas poseen una habilidad menor para entrelazarse y formar una hoja estable. Los papeles comprendiendo fibras orgánicas, tales como la celulosa, se basan en fuertes enlaces de hidrógeno para proporcionar resistencia tensil a la hoja. Estos enlaces de hidrógeno, formados como resultado de la atracción polar entre el agua y los grupos hidroxilo que cubren la superficie de la fibra de celulosa, no son posibles en las fibras inorgánicas usuales (tales como vidrio, sílice y cuarzo). El confeccionar papel con materiales de fibra inorgánica poseyendo una alta resistencia térmica y a la llama, que mantenga flexibilidad y resistencia tensil, plantea desafíos técnicos significativos.

La Patente U.S. n° 5.053.107 describe un papel cerámico no orgánico para su utilización en ambientes a altas temperaturas, conteniendo fibra de vidrio como un aglutinante. Sin embargo, a este papel en general le falta elasticidad y se vuelve muy quebradizo a temperaturas superiores a los 649°C (1.200°F), haciéndole inadecuado para su utilización en aplicaciones a altas temperaturas.

La Patente U.S. n° 5.567.536 revela un papel poroso incluyendo fibras cerámicas inorgánicas con un sistema aglutinante de fibra de sílice inorgánico que incluye inicialmente materiales orgánicos. Los materiales orgánicos -los cuales se encuentran presentes para proporcionar resistencia en el proceso de formación- son sometidos seguidamente a combustión después de que el papel haya sido producido y con anterioridad a la aplicación final. Esto da como resultado un papel débil, con solo alrededor de 5 gramos por 25,4 mm (por pulgada) de resistencia tensil por libra de peso base. Un papel débil de este tipo podría romperse o rasgarse durante su manejo si fuera instalado como una barrera contra el fuego en el fuselaje de un avión.

La Patente U.S. n° 4.885.058 revela un papel que incluye fibras inorgánicas y fibras orgánicas como un agente aglutinante. La resistencia tensil de los materiales revelados es, por lo general, pobre. Además, el contenido de fibra de celulosa de estos materiales hace que el papel se queme a temperaturas relativamente bajas.

La Patente U.S. n° 4.746.403 describe un material en forma de hoja para su utilización a altas temperaturas que posee también resistencia al agua. La hoja comprende un mallado de fibra de vidrio impregnado de un material de silicato laminado. Aunque de aspecto similar al papel, el material en forma de hoja no es preparado partiendo de una dispersión fibrosa utilizando tecnología de fabricación de papel. Los materiales revelados no son hidrófugos o impermeables al agua, sino que son descritos como materiales en los que no se da una disminución sustancial de resistencia tensil cuando son expuestos al agua.

La Patente U.S. n° 4.762.643 revela composiciones de materiales minerales floculados combinados con fibras y/o aglutinantes en una hoja resistente al agua. Estos productos, confeccionados con materiales en gel de silicato floculado laminado expandido, son estables a una temperatura de aproximadamente 350-400°C. Sin embargo, a temperaturas superiores, éstos comienzan a degradarse y no son capaces de mantener estabilidad estructural por encima de los 800°C. La pobre resistencia térmica de estos materiales los hace inadecuados para las aplicaciones ignífugas.

La Patente U.S. n° 6.120.643 describe un papel que exhibe una alta absorción acuosa y una resistencia alta. Los papeles con alta absorción acuosa comprenden componentes de hiladura de aramida y de fibra de vidrio. Las realizaciones preferidas muestran una combinación de fibras de vidrio, hiladuras de aramida y “fibrids” (pequeñas partículas

fibrosas aglutinantes) de aramida. Dichas fibras aglutinantes de aramida termoestables son materiales termoestables solubles o dispersables en agua, i.e., los materiales se endurecen cuando son calentados y curados, como la aramida.

- 5 Todas las exposiciones de patentes anteriormente mencionadas son incorporadas aquí a modo de referencia. Una solución a los variados problemas técnicos descritos en estas exposiciones representaría un avance en este campo.

Resumen de la invención

- 10 Un objetivo de la presente invención es el proporcionar un papel ignífugo que sea al mismo tiempo resistente y flexible, y que sea capaz de evitar la propagación de la llama y que posea una alta capacidad de impedimento de penetración. En realizaciones preferidas, el papel conforme a la invención pasará con éxito los requisitos en cuanto a penetración de la Federal Aviation Administration (FAA) (Administración Federal de Aviación). Esta prueba evalúa la resistencia a la penetración de los materiales aislantes cuando son expuestos a una alta intensidad de llama abierta. Los requisitos de la anteriormente referenciada Regla Propuesta para resistencia a la penetración son que el material
15 evite la penetración de un fuego/llama a 982-1.092°C (1.800-2.000°F) de un quemador mantenido a 0,1 m (4 pulgadas) del material durante, al menos, 240 segundos. Adicionalmente, el material no permitirá un índice energético unitario superior a 2,0 Btu/ft² (British Thermal Unit/feet²; 1 KWh= 3.412 Btu) por segundo en el lado frío de los especímenes aislantes, en un punto situado a 0,3 m (12 pulgadas) de la superficie frontal del marco de prueba del material aislante. Además de los requisitos de penetración, el material debe pasar también la prueba de panel radiante, en la Parte VI del Apéndice F de la Regla, incorporado también como referencia. Esta Regla Propuesta asegura que los materiales
20 que cumplen sus requisitos no contribuirán a la propagación de un fuego. El papel conforme a la invención puede ser confeccionado también repelente al agua. Además, las fibras inorgánicas utilizadas en el papel ignífugo poseen un diámetro superior al del rango respirable, lo cual proporciona un beneficio en cuanto a seguridad.

- 25 Los anteriores objetivos son conseguidos utilizando papel confeccionado predominantemente con fibras de sílice-óxido de aluminio modificadas. Las fibras son modificadas por medio de extracción ácida, de tal forma que una parte de los átomos de silicio en el dióxido de silicio se encuentran unidos a grupos hidroxilo. El papel confeccionado con estas fibras, utilizando tecnología convencional de fabricación de papel, ha demostrado ser relativamente flexible y resistente si se compara con papeles inorgánicos precursores en este campo, mientras que, al mismo tiempo, ofrece las
30 deseadas características de penetración.

- En un aspecto, la invención es un papel ignífugo con alta resistencia tensil, comprendiendo desde alrededor de un 60 por ciento hasta alrededor de un 99,5 por ciento en peso de fibras inorgánicas extraídas con ácido que comprenden dióxido de silicio y óxido de aluminio, en donde una parte de los átomos de silicio en el dióxido de silicio se
35 encuentran unidos a grupos hidroxilo, y desde alrededor de un 0,5 por ciento hasta alrededor de un 40 por ciento en peso de fibras aglutinantes orgánicas. Ha sido evaluado el papel preparado, consistente principalmente en fibras de sílice modificado y desde alrededor de un 1 por ciento hasta alrededor de un 5 por ciento en peso de fibras de polivinil alcohol, por ejemplo, y ha demostrado que posee una resistencia tensil excepcional si se compara con materiales de papel inorgánico conocidos previamente en este campo.

- 40 Sin embargo, para obtener buenas propiedades de penetración es deseable el incluir otros componentes en el papel. Por lo tanto, el papel preparado conforme a la invención comprende de entre alrededor del 60 por ciento y alrededor del 99,5 por ciento de las fibras de sílice-óxido de aluminio modificadas. El papel incluye también hasta alrededor de un 40 por ciento en peso de un aglutinante de fibra termoplástica orgánica poseyendo un índice limitador de oxígeno (LOI) de alrededor de 27 o superior, en donde las fibras orgánicas termoplásticas comprenden poli(p-sulfuro de fenileno). En
45 realizaciones particularmente preferidas, son utilizadas fibras aglutinantes orgánicas adicionales de polivinil alcohol o de vinilo junto con las fibras termoplásticas orgánicas.

- En realizaciones particularmente preferidas, las fibras termoplásticas orgánicas poseyendo un alto LOI son utilizadas como un aglutinante en cantidades desde alrededor del 0,5 por ciento hasta alrededor del 20 por ciento en peso del
50 papel terminado.

- En realizaciones, pueden ser incluidas también en el papel conforme a la invención fibras orgánicas con un punto de fusión relativamente bajo, tales como fibras de polietileno. En este contexto, un punto de fusión relativamente bajo
55 significa el fundirse a una temperatura de alrededor de 149°C (300°F) o inferior.

- Rellenos minerales particulados, usados convencionalmente en la fabricación del papel, pueden ser incorporados también de forma ventajosa en el papel conforme a la invención. Particularmente preferidos son aquellos rellenos minerales que poseen una resistencia a altas temperaturas y a la llama, tales como el dióxido de titanio.
60

En otra realización preferida, es incorporada una resina de polímero inorgánico pre-cerámico al papel conforme a la invención, como por ejemplo por medio de revestimiento.

- La resistencia al agua es proporcionada de forma ventajosa al papel utilizando un tratamiento, como por ejemplo,
65 un revestimiento de fluoropolímero curado.

Los objetivos y ventajas adicionales de esta invención serán evidentes al considerar los dibujos y descripciones que siguen.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una imagen fotomicrográfica tomada con un microscopio electrónico de barrido (SEM) del papel ignífugo descrito en el Ejemplo 2 con un aumento de 2.700 veces.

La Figura 2 es una imagen fotomicrográfica tomada con SEM, con un aumento de 1.400 veces, de una zona de un tejido conforme a la invención después de una prueba de penetración.

La Figura 3 es una imagen fotomicrográfica tomada con SEM, con un aumento de 1.400 veces, de una zona de un tejido conforme a la invención después de una prueba de penetración, mostrando lo que se piensa que son fibras de PPS parcialmente derretidas que se han fundido.

La Figura 4 es una imagen fotomicrográfica tomada con SEM, con un aumento de 2.500 veces, de una zona quemada con llama blanca de un tejido conforme a la invención después de una prueba de penetración.

La Figura 5 es una imagen fotomicrográfica tomada con SEM, con un aumento de 630 veces, de una zona quemada con llama blanca de un tejido conforme a la invención después de una prueba de penetración.

La Figura 6 es una imagen fotomicrográfica tomada con SEM de una parte del tejido mostrado en la Figura 5, con un aumento de 2.500 veces.

La Figura 7 es una imagen fotomicrográfica tomada con SEM, con un aumento de 750 veces, de una zona quemada con llama blanca de un tejido conforme a la invención después de una prueba de penetración.

La Figura 8 es una imagen fotomicrográfica tomada con SEM, con un aumento de 1.500 veces, de una zona transicional de un tejido conforme a la invención después de una prueba de penetración.

La Figura 9 es una imagen fotomicrográfica tomada con SEM, con un aumento de 1.400 veces, de un tejido conforme a la invención después de una prueba de penetración FAA.

Descripción detallada de la invención

Al referirnos a los componentes del papel, "porcentaje en peso" significa el porcentaje en peso del componente respecto a todos los componentes en el papel terminado, a menos que sea indicado expresamente de otra manera.

Al referirnos a la composición de las fibras modificadas de sílice-óxido de aluminio, "porcentaje en peso" significa el peso de cada uno de los componentes en relación con la totalidad de las fibras modificadas de sílice-óxido de aluminio.

"Peso Base" se refiere a 436 g (libras) de peso base por 279 m² (3.000 pies cuadrados), a no ser que sea indicado expresamente de otra manera.

Los términos sílice, dióxido de silicio y SiO₂ son utilizados aquí de forma intercambiable, a excepción de cuando sea indicado expresamente de otra manera. Estos términos incluyen al dióxido de silicio que ha sido modificado para incluir una parte de átomos de silicio unidos a grupos hidroxilo. De esta forma, el peso del dióxido de silicio incluye el peso de estos átomos de silicio y de los grupos hidroxilo unidos a los mismos.

Los términos aluminio, óxido de aluminio y Al₂O₃ son utilizados aquí de forma intercambiable, a excepción de cuando sea indicado expresamente de otra manera. Estos términos incluyen cantidades menores de otros óxidos de aluminio, tales como el Al₃O₆, y cualquiera de los hidratos óxidos de aluminio que pueden estar presentes.

El papel ignífugo de la presente invención comprende desde alrededor del 60 por ciento hasta alrededor del 99 por ciento en peso de una pre-hebra o cinta de fibra cortada modificada de sílice-óxido de aluminio de alto rendimiento. Por lo general, entre alrededor del 85 por ciento y alrededor del 99 por ciento en peso, preferiblemente entre el 90 y el 98 por ciento en peso, de las fibras modificadas de sílice-óxido de aluminio son dióxido de silicio. Una parte menor, generalmente entre alrededor del 1 por ciento y alrededor del 5 por ciento en peso de las fibras modificadas de sílice-óxido de aluminio son óxido de aluminio.

Opcionalmente, las fibras modificadas de sílice-óxido de aluminio contienen hasta un 10 por ciento en peso de óxidos alcalinos. Más preferiblemente, las fibras modificadas de sílice-óxido de aluminio contienen menos de un 1 por ciento en peso de Na₂O o de K₂O, o una combinación de los mismos. En una realización ejemplo preferida, las fibras contienen alrededor del 95,2 por ciento en peso de sílice, 4,5 por ciento en peso de óxido de aluminio y 0,2 por ciento en peso de óxidos alcalinos. Los óxidos de tierra alcalina y los óxidos metálicos pueden estar incluidos en las fibras como impurezas, en una cantidad total generalmente inferior al 1 por ciento en peso.

Las fibras preferiblemente poseen un diámetro desde alrededor de 6 micrones a alrededor de 15 micrones, más preferiblemente entre alrededor de 7 a alrededor de 10 μm. Las fibras tienen una longitud de entre alrededor de 2 mm y alrededor de 76 mm, preferiblemente alrededor de 12 mm. El diámetro medio de fibra utilizado en una realización

ejemplo preferida es de $9,2\ \mu\text{m}$, con una desviación estándar de $0,4\ \mu\text{m}$, y una longitud igual a alrededor de 12 mm. Como resultado del diámetro relativamente largo de la fibra, las fibras preferidas conforme a la invención por lo general no producirán fragmentos en el rango respirable de por debajo de alrededor de 3 a $4\ \mu\text{m}$. Consecuentemente, estas fibras no presentan los riesgos de salud asociados a las fibras de vidrio convencionales, las cuales presentan distribuciones de diámetro de fibra que se extienden hasta el rango respirable.

Por “modificadas” se entiende que las fibras son extraídas con ácido para superar las propiedades vítreas de las fibras primitivas y, de tal forma, que una parte de los átomos de silicio posean grupos hidroxilo unidos a los mismos. En realizaciones preferidas, alrededor del 40 por ciento de los átomos de silicio se encuentran unidos a grupos hidroxilo. Sin embargo, pueden ser posibles cantidades menores o mayores para conseguir un tacto suave y lanudo en las fibras. Preferiblemente, la modificación es realizada por extracción ácida, conforme es descrito en WO 98/51631. A la hora de llevar a cabo la modificación, es utilizada una fibra base especial preparada por medio del proceso de bobinado en tambor durante el proceso de hilatura de la fibra, y los componentes que no mejoran la resistencia térmica y a la llama son eliminados a través de la extracción ácida. Las fibras modificadas de sílice-óxido de aluminio, adecuadas para su utilización con la invención, se encuentran disponibles comercialmente bajo el nombre comercial belCo Tex® en belChem Fiber Materials GmbH de Alemania.

Estas fibras poseen características que son únicas en comparación con otras fibras inorgánicas, en cuanto a que proporcionan resistencia a altas temperaturas y resistencia química, incluyendo resistencia térmica a largo plazo a 1.000°C y, al mismo tiempo, poseen características de los materiales orgánicos similares al algodón o a las fibras naturales. Son lanudas, suaves, agradables al tacto, con una estructura voluminosa y excelentes propiedades aislantes, y son fácilmente procesadas en equipos textiles ordinarios.

Fibras de vidrio de longitudes discretas, obtenidas cortando hebras continuas, aunque comúnmente denominadas “fibras cortadas” son completamente diferentes de las cintas de fibra cortada belCo Tex®. La combinación única de propiedades que poseen las belCo Tex® es resultado tanto del material en bruto de la fibra utilizado como del tratamiento químico aplicado. La característica naturaleza cristalina o vítrea de la cinta de fibra de sílice original ha sido superada por la aplicación de la extracción ácida, con el fin de extraer aquellos componentes que no contribuirán a una resistencia a altas temperaturas. Además de ayudar en cuanto a la resistencia a altas temperaturas, el proceso de extracción genera también el tacto similar al del algodón, suave y lanudo, y el comportamiento de la fibra refinada.

Las fibras utilizadas en relación con la presente invención, a diferencia de las fibras de sílice convencionales, so no SiO_2 puro, sino que contienen óxido de aluminio (Al_2O_3) como un componente adicional. Además, alrededor del 40% de los átomos de Si se encuentran unidos a grupos terminales OH (hidroxilo), mientras que alrededor del 60% generan la estructura tridimensional del SiO_2 . Los grupos OH contribuyen a la suavidad similar a la del algodón y al comportamiento, al bajo peso específico y al perfil de propiedades de la fibra en general. Se teoriza sobre que los grupos OH en la red de sílice de la fibra belCo Tex® dan como resultado cierto grado de atracción y posiblemente una unión a hidrógeno similar a la que existe en los papeles de celulosa, quizás contribuyendo a la inusual alta resistencia del papel.

El papel ignífugo conforme a la invención comprende también desde alrededor del 0,5 por ciento hasta alrededor del 40 por ciento en peso de fibras termoplásticas orgánicas, que poseen un índice limitador de oxígeno (LOI) superior a alrededor de 27. El calentamiento de estas fibras termoplásticas por encima de sus temperaturas de fusión produce su ablandamiento y fusión y, seguidamente, la unión de las fibras inorgánicas entre sí una vez que el papel ha sido enfriado. En realizaciones preferidas, la fibra termoplástica orgánica es incluida en una cantidad desde alrededor del 0,5 por ciento en peso hasta alrededor del 20 por ciento en peso. Son utilizadas fibras termoplásticas resistentes a llama a alta temperatura, tales como el poli(p-sulfuro de fenileno) (PPS). El PPS posee un índice limitador de oxígeno (LOI) de 34, lo que significa que la mezcla de nitrógeno/oxígeno en el aire debe tener, al menos, un 34% de oxígeno para que el PPS se encienda y queme cuando es expuesto a una llama. Esto hace del PPS una fibra orgánica resistente a la llama y al calor adecuada y preferida, ya que no entra en combustión en el aire cuando es expuesta a una llama.

Sin desear verse constreñidos por la teoría, se cree que es este aspecto del mecanismo de unión primaria el que es el responsable de la inusual resistencia de los papeles ignífugos a llamas a altas temperaturas, y de la subsiguiente integridad después de largas exposiciones a altas temperaturas. Los fotomicrogramas tomados con SEM mostrados en las Figuras 5, 6, 7 y 8 muestran redes finas de fibras enlazando fibras adyacentes, que se cree son material aglutinante PPS residual que ha permanecido en la estructura después de la prueba de penetración. Este material residual se presenta como una red de tipo fibroso -o estructura esquelética- que actúa para unir de forma continua las fibras adyacentes en la estructura no entrelazada. Es probable también que el alto LOI del material termoplástico orgánico cause la permanencia del mismo en la matriz incluso después de la exposición a llamas a alta temperatura, durante períodos de tiempo en los que se esperaba que se eliminaran por completo otros materiales aglutinantes de las fibras orgánicas. De esta manera, se cree que la combinación de fibras de sílice “suaves” modificadas con las fibras termoplásticas orgánicas con un alto LOI proporciona papel ignífugo con propiedades únicas.

En realizaciones particularmente preferidas, el PPS se encuentra presente en cantidades de hasta alrededor del 20 por ciento en peso. La fibra de PPS se encuentra disponible comercialmente como Torcon® de Toray, Nueva York, o como PROCON® de Toyobo, Japón. Otras fibras termoplásticas resistentes a altas temperaturas y a llama, poseyendo índices limitadores de oxígeno de aproximadamente 27 y superiores, más preferiblemente de 30, las cuales pueden ser adecuadas también como fibras termoplásticas orgánicas con alto LOI incluyen, sin limitación: policetonas aromáticas,

ES 2 302 840 T3

polieteretercetona (PEEK) aromática, poliimidas, poliamidaimida (PAI), polieterimida (PEI) y poliésteres resistentes al fuego, y mezclas de los mismos.

El papel ignífugo puede contener hasta alrededor de un 20 por ciento en peso de aglutinante de fibra orgánica adicional. La función de esta fibra aglutinante es el proporcionar resistencia a la hoja durante el proceso de formación en la máquina de papel, en el equipo durante las siguientes fases de procesamiento -tales como la aplicación de un tratamiento repelente de agua o durante su troceado- y durante la instalación del papel terminado en su aplicación final, en el fuselaje del avión, por ejemplo. Las realizaciones preferidas incluyen aproximadamente un 0,5-10% de fibra cortada corta de polivinil alcohol (PVOH) soluble en agua como una fibra aglutinante. Las fibras de PVOH son, al menos, parcialmente solubles en agua a temperaturas elevadas, las que usualmente se encuentran en la sección de secado de la máquina de papel. Realizaciones más preferidas contienen un 1-5% de fibra de PVOH, y las realizaciones más preferidas contienen un 3-4% de fibra de PVOH. Usualmente, la fibra de PVOH es segmentada en longitudes de aproximadamente 1/4 de pulgada. Las fibras de polivinil alcohol solubles en agua preferidas se encuentran disponibles comercialmente bajo el nombre comercial de Kuralon K-II® de Kuraray America, Inc., Nueva York, NY.

Las fibras orgánicas o inorgánicas no termoplásticas resistentes a llama a altas temperaturas pueden ser utilizadas también como parte del sistema aglutinante. Estas fibras proporcionan algo de resistencia a la hoja al ser entrelazadas mecánicamente con las otras fibras cuando son dispersadas en la hoja durante el proceso de fabricación. Son deseables longitudes superiores a 5 mm. Las fibras aglutinantes no termoplásticas adecuadas incluyen la meta-aramida y la para-aramida, el polibenzimidazol (PBI), el Novoloid y la lana. Fibras aglutinantes inorgánicas adecuadas incluyen finas fibras de vidrio, utilizadas para dar una mayor resistencia a la hoja y como ayuda a su procesamiento. Tales materiales son añadidos preferiblemente en una cantidad desde alrededor del 1 por ciento hasta alrededor del 5 por ciento en peso.

Alternativamente, pueden ser utilizadas como aglutinantes, en lugar de las fibras termoplásticas, las resinas o emulsiones de acrílico, látex, melamina o combinaciones de las mismas. Por ejemplo, éstas pueden incluir el acrilonitrilo, el butadieno-estireno (PBI), el cloruro de polivinilo (PVC) y el cloruro de vinilo-etileno (EVC).

En otra realización, el papel ignífugo puede contener también rellenos minerales particulados, como los utilizados usualmente en la fabricación de papel; por ejemplo, arcilla de caolín o de bentonita, carbonato cálcico, talco (silicato de magnesio), dióxido de titanio, trihidrato de aluminio y similares. Es preferido el dióxido de titanio, bien en fase de anatasa o de rutilo, ya que no comienza a fundirse a temperaturas por debajo de alrededor de 1.800°C. El papel puede contener del 0 al 30% o más de relleno mineral, el cual actúa para rellenar los vacíos dentro de la estructura del papel y sobre la superficie de la hoja.

Dependiendo del tamaño de partícula del relleno(s) utilizado, la retención de las partículas de relleno en la hoja viene dada por una combinación de mecanismos de filtrado (intercepción mecánica) y adsorción. Se encuentra disponible un cierto número de sustancias químicas que ayudan a la retención, procedentes de compañías tales como ONDEO Nalco Company de Naperville, IL, con el fin de ayudar en la floculación de pequeñas partículas de relleno en las fibras, y son adecuadamente seleccionadas por aquéllos expertos en el campo de la fabricación de papel.

El papel ignífugo de esta invención puede ser fabricado utilizando procesos usuales de fabricación de papel, conocidos por aquéllos expertos en el campo de la fabricación de papel. Esto incluye la dispersión de las fibras inorgánicas y orgánicas en un medio de dispersión, usualmente agua, y la dilución de la pasta de la fibra o "pasta de papel" hasta conseguir la consistencia deseada. Los aditivos secundarios pueden incluir aquéllos utilizados usualmente en la fabricación alcalina de papel para la retención de rellenos minerales, incluyendo -aunque sin estar limitados a los mismos-: almidón de parte húmeda, polímeros de ayuda de retención catiónicos y/o aniónicos de distintos pesos moleculares, desespumantes, ayudantes de drenaje, aditivos para control de pH, y pigmentos y/o tintes para el control del color.

Si es utilizada, puede ser introducida una pasta diluida de relleno mineral en la pasta de papel en cualquier número de puntos en el sistema de canalización usual de "enfoque de alimentación de pasta". El sistema de enfoque de alimentación de pasta permite que la pasta de papel sea medida, diluida hasta conseguir la consistencia deseada, mezclada con los aditivos deseados y limpiada antes de ser descargada en la sección conformadora de la máquina de papel. El agua es eliminado del material de fabricación de papel en la sección conformadora por medio de drenaje por gravedad y succión, lo que lleva a la formación de una red fibrosa. El agua adicional puede ser eliminado de la red por medio de presión húmeda, seguido de secado, lo cual es llevado a cabo usualmente al poner en contacto la red con cilindros secadores calentados por vapor. Pueden ser utilizados otros métodos de secado, tales como secadoras por chorro de aire, por aire de escape y eléctrica por infrarrojos.

El papel ignífugo puede ser tratado con un medio que imparta repelencia al agua. Los tratamientos preferidos incluyen una emulsión de fluoropolímero, como el Zonyl® RN, disponible en Du Pont, Wilmington, DE, pero pueden ser utilizados otros variados métodos, tales como un revestimiento de silicona, por ejemplo. La aplicación del tratamiento puede ser llevada a cabo directamente durante el proceso de fabricación del papel si se encuentra disponible una estación de revestimiento, o en una fase subsiguiente, en la cual la red fibrosa es saturada con solución de fluoropolímero y, a continuación, secada.

Pueden ser proporcionadas una durabilidad a alta temperatura y una resistencia de unión adicionales al incorporar una resina pre-cerámica al papel. Las resinas adecuadas son las resinas DI-100 o DI-200, fabricadas por Textron Systems de Wilmington, MA. Estas resinas son polímeros con base de silicona inorgánicos, con propiedades únicas a

ES 2 302 840 T3

altas temperaturas. Las resinas DI son térmicamente estables a temperaturas por encima de los 538°C (1.000°F), pero se convierten en cerámicas a alrededor de los 1.000°C. En un fuego de avión, las temperaturas excederían probablemente las requeridas para quemar el PVOH u otras fibras aglutinantes orgánicas. Sin embargo, la resina polimérica inorgánica sería curada en uso (convertida en cerámica completa) y, de esta forma, proporcionaría una resistencia adicional al papel ignífugo a temperaturas de utilización reales.

La utilización de resinas poliméricas inorgánicas no se ve limitada a las resinas DI. Otras resinas pre-cerámicas adecuadas incluyen, sin limitación, la resina poliureasilazano (Ceraset SN-L de Hercules Co.), policarbosilanos, polisilazanos, polisiloxanos, resina sílice-carboxilo (Blackglas disponible en Allied Signal/Honeywell, o Ceraset por Lanxide Corp, Du Pont/Lanxide), y resina de silicato de aluminio (como la CO2, disponible en Applied Polymerics). Estas resinas pueden ser aplicadas usualmente al papel una vez que éste se ha preparado utilizando equipo de fabricación de papel, como una estucadora por prensa, una estucadora de rodillo, una estucadora de tipo cuchilla, o utilizando equipo de imprimación textil, o por medio de rociado.

El peso base del papel puede variar desde alrededor de 8,14 g/m² hasta alrededor de 407 g/m² (desde alrededor de 5 hasta alrededor de 250 lib/3000 pies²), y el grosor puede variar desde alrededor de 0,0127 mm hasta alrededor de 6,35 mm (desde alrededor de 0,5 mil hasta alrededor de 250 mils), aunque estas dimensiones no son críticas. Aunque un papel tan ligero como el de 2,18 kg (5 libras) por resma puede que no supere los requisitos de penetración FAR, puede ser ventajoso el utilizar múltiples capas de un papel muy fino de peso ligero. El espacio de aire entre tales capas podría mejorar aún más la capacidad aislante del papel y puede resultar deseable, por ejemplo, en la parte de flujo de calor de la prueba de penetración. La resistencia tensil del papel es, por lo general, superior a alrededor de 30 g/25,4 mm (alrededor de 50g/pul) por 436 g (libra) de peso base en dirección máquina. En realizaciones preferidas, la resistencia tensil es superior a alrededor de 40 g/25,4 mm (alrededor de 40 g/pul) por 436 g (libra) de peso base en dirección máquina. En la mayoría de las realizaciones preferidas, la resistencia tensil en dirección máquina es superior a alrededor de 50 g/25,4 mm (alrededor de 50 g/pul) por 436 g (libra) de peso base.

Los siguientes ejemplos demuestran la fabricación de un papel ignífugo de la presente invención. No se pretende que los Ejemplos sean limitadores de la invención, la cual es definida por las reivindicaciones del apéndice.

Ejemplo 1

El peso base previsto para el papel ignífugo producido en este ejemplo fue de aproximadamente 70 g/m² o 43 lib/3000 pies², y el grosor previsto fue de 0,8 mm o 31,5 mil. Fue producido en una máquina de papel fourdrinier pilot con un ancho de aproximadamente 711,2 mm (28 pulgadas). El papel consistió en un 99 por ciento en peso de belCo Tex[®] y un 1 por ciento en peso de fibra aglutinante de polivinil alcohol (PVOH). Utilizando un sistema de rociado, fue aplicada al papel seco una emulsión de fluoropolímero consistente en Zonyl[®] RN y, seguidamente, fue curada en un horno a 177-232°C (350-450°F) durante alrededor de 3 a 6 minutos, o hasta su secado. Intentos previos de aplicación del tratamiento repelente al agua en la pasta de papel húmeda en el proceso de fabricación de papel dieron como resultado un papel débil sin resistencia tensil. El rociado del tratamiento sobre la superficie del papel permitió que se mantuviera la resistencia, al tiempo que se impartían propiedades hidrofóbicas.

Ejemplo 2

Este ejemplo fue llevado a cabo de la misma manera que el Ejemplo 1, a excepción de que el papel consistió en un 97 por ciento en peso de belCo Tex[®] y un 3 por ciento en peso de fibra aglutinante de PVOH.

Ejemplo 3

El papel ignífugo de este ejemplo fue producido de la misma manera que en el Ejemplo 1, a excepción de que éste estaba compuesto de un 80 por ciento en peso de fibra belCo Tex[®], un 19 por ciento en peso de fibras de Ryton[®] poli (p-sulfuro de fenileno) (PPS) y un 1 por ciento en peso de fibras de PVOH. El papel tratado fue calentado a 288-316°C (550° a 600°F) durante alrededor de 6 minutos para fundir completamente las fibras termoplásticas de PPS y curar el tratamiento con fluoropolímero. Después de su calentamiento, la fibra de PPS se encuentra completamente fundida dentro de los intersticios de la hoja y se une a las fibras adyacentes.

La Tabla 1 resume los resultados de la prueba física de los ejemplos previos. “Comienzo” y “Fin” indican que la muestra sometida a prueba provenía del comienzo o del fin de la cantidad producida en ese ejemplo, y “Frente” o “Posterior” indican la posición de la muestra en sentido transversal (en el frente o en la parte posterior de la máquina de papel). “MD” y “CD” se refieren a dirección máquina y en sentido transversal, respectivamente. A no ser que sea indicado expresamente lo contrario, la resistencia tensil comparativa se refiere a las resistencias tensiles comparativas en dirección máquina.

Tabla 1: Propiedades Físicas del Papel Ignífugo

		Peso Base		Grosor		Resistencia Tensil MD		Resistencia Tensil CD		Frazier		Pérdida de Ignición*	
		g/m ² (lib/3000 pies ²)		mm (mil) 4 psf		g/25 cm (g/pulg)		g/2.5 cm (g/pulg)		m ³ /min (pies ³ /min)		%	
		Frente	Posterior	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Ej. 1	Comienzo	64,7 (39,7)	64,9 (39,8)	0,84 (33)	0,84 (33)	2416	2515	803	976	8,9 (316)	9,0 (317)	13,8	14,2
	Fin	74,3 (45,6)	74,2 (45,5)	0,91 (36)	0,91 (36)	2860	2353	1179	1161	8,3 (294,6)	8,1 (287,8)	11,4	11,2
Ej. 2	Comienzo	66,2 (40,6)	66,0 (40,5)	0,79 (31)	0,79 (31)	5978	4856	2370	2120	7,9 (280,5)	7,9 (280,5)	12,9	13,5
	Fin	65,4 (40,1)	66,0 (40,5)	0,79 (31)	0,79 (31)	5423	4862	2293	2354	8,1 (286,4)	8,1 (284,8)	13,5	13,4
Ej. 3	Comienzo	68,9 (42,9)	70,1 (43,0)	0,91 (36)	0,86 (34)	1854	1878	843	781	8,1 (284,8)	8,1 (286,3)	28,0	27,7
	Fin	68,5 (42,0)	68,1 (41,8)	0,86 (34)	0,86 (34)	2007	2036	800	740	8,1 (284,8)	8,1 (287,8)	30,2	29,5
Ej. 3**						1944	3187	791	999	8,1 (285)	8,1 (285)		

* Prueba de Pérdida de Ignición: medición de la pérdida de peso en muestra calentada hasta los 1000° F (537,8°C).

** Resistencia tensil después de calentamiento hasta 325°C durante 1 minuto.

ES 2 302 840 T3

Las propiedades en cuanto a resistencia tensil de los papeles de los Ejemplos 1 a 3 en función del peso base, son mostradas en la Tabla 2.

TABLA 2

Propiedades de Resistencia Tensil de los Ejemplos 1-3

Presente Invención		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
Resistencia Tensil	g/2,5 cm(g/pulg)	2466	5417	1866
Peso Base	g/m ² (lib/3000 pies ²)	64,7 (39,7)	66,2 (40,6)	68,5 (42,0)
Resistencia Tensil g/2,5 cm (g/pulg) por 436 g(libra) de peso base		62,1	133	44,4

Es mostrada en la Tabla 3 una comparación de estos materiales con materiales conforme a los antecedentes previamente existentes en este campo.

TABLA 3

Propiedades de Resistencia Tensil, Antecedentes en este Campo

Antecedentes en este Campo		Patente US Nº 4.885.058	Patente US Nº 4.885.058	Patente US Nº 4.885.058	Patente US Nº 5.567.536	Patente US Nº 5.294.199
Resistencia Tensil	g/2,5 cm (g/pulg)	1612	1086	998	1000	1226
Peso Base	g/m ² (lib/ 3000 pies ²)	61,9	62,0 (38,1)	62,1 (38,6)	326 (200)	223,3 (137)
Resist. Tensil g/2,5 cm (g/pulg) por 436 g (libra) de peso base		42,4	28,5	25,9	5,0	8,9

De esta forma, puede ser confeccionado un papel fuerte utilizando fibras de PVOH en combinación con fibras de aluminio-sílice modificadas. Ha sido descubierto adicionalmente que la incorporación de fibras termoplásticas orgánicas proporciona un papel ignífugo con mucha mejor protección ignífuga.

Cuando una muestra del papel del Ejemplo 3 fue sometida a llama de un quemador Bunsen y el resultado fue examinado bajo un microscopio electrónico de barrido (SEM), fueron visibles tres zonas diferentes en el tejido quemado: una zona caliente blanca muy cercana al punto de aplicación de la llama, una zona no quemada más lejos del punto de aplicación de la llama y una zona de transición entre la zona caliente blanca y la zona no quemada. La comparación de una muestra sometida a una prueba de penetración con un quemador Bunsen con una muestra sometida a una prueba más rigurosa FAA permitió evaluar el papel de la fibra termoplástica orgánica (PPS en este ejemplo preferido).

En una zona no quemada, alejada del punto de aplicación de la llama, las fibras de PPS fundidas pueden ser vistas uniéndose a las fibras inorgánicas. En la Figura 2, las fibras más largas son fibras inorgánicas (poseyendo un diámetro del orden de 9 μ m), las fibras más pequeñas son de PVOH. El material fundido difuso se cree que es PPS, evidenciado por el hecho de que este material fundido se encuentra ausente de la zona sometida a más altas temperaturas. En la Figura 3, las formaciones nodulares de lo que se cree es PPS son mostradas uniéndose a las fibras del papel. En las Figuras 4 a 7, en la zona sometida a más altas temperaturas, los restos del esqueleto de fibra de PPS son vistos formando una red. En las muestras sometidas a una prueba de penetración FAA, vistas en la Figura 8, es observada también la presencia de cantidades más pequeñas, aunque aún importantes, de esta red. La presencia de este material termoplástico después de una prueba de penetración es por sí misma sorprendente, la formación de una red que refuerza la estructura -conforme es mostrado en las Figuras- es aún más sorprendente.

ES 2 302 840 T3

El material descrito en el Ejemplo 3 ha mostrado resultados superiores a la hora de someterse a prueba para determinar tanto las condiciones de calor-humedad a largo plazo como la resistencia a penetración contra llamas a altas temperaturas. La Tabla 4 muestra los resultados de la prueba para las condiciones de calor-humedad que describen el material del Ejemplo 3 como poseedor de un porcentaje menor de pérdida de resistencia a rotura en condiciones de calor-humedad. El material fue sometido a prueba para determinar la pérdida de resistencia residual después de ser expuesto a temperaturas de 70 grados Celsius y un 95% de humedad relativa durante ciclos de 500 a 1.000 horas. La Tabla 5 describe los resultados obtenidos por dos laboratorios de pruebas, en donde los materiales preparados sustancialmente conforme al Ejemplo 2 y al Ejemplo 3 fueron evaluados para determinar la resistencia de penetración. Los materiales descritos en el Ejemplo 3 pasaron la prueba de resistencia de penetración siguiendo los requisitos FAA.

TABLA 4

Resistencia Tensil Retenida- Condiciones de Calor-Humedad

Propiedades	Método de la	Unidad	Temperatura	Resultados		
	Prueba		Prueba	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
Propiedades después de acondicionarlo a 70°C / 95% H.R. / 500 horas						
Porcentaje cambio en resistencia a rotura	ASTM C800	%	RT	-68,1%	-74,9%	-62,5%
Porcentaje cambio en resistencia a rotura CMD		%		-84,8%	-72,7%	-60,1%
Absorción de agua (repelencia)	AIMS 04-10-00	G		27,0 g	25,1 g	10,7 g
Porcentaje cambio en masa	AIMS 04-10-00	%		-3,4%	-3,0%	-1,8%
Propiedades después de acondicionarlo a 70°C / 95% H.R. / 1.000 horas						
Porcentaje cambio en resistencia a rotura	ASTM C800	%		-87,7%	-73,8%	-66,2%
Porcentaje cambio en resistencia a rotura CMD		%		-76,4%	-62,7%	-59,6%
Absorción de agua (repelencia)	AIMS 04-10-00	G		9,7 g	21,0 g	11,2 g
Porcentaje cambio en masa	AIMS 04-10-00	%		Espécimen Contaminado	-1,8%	-1,0%

Fuente: EADS AIRBUS GmbH

TABLA 5

Resultados de la Prueba de Penetración

Muestra	Método de la Prueba	Laboratorio de la Prueba	Duración prueba Min (4 Minutos)	Pasó /Falló
Ejemplo 2	FAR 25.853, Part 25, Part VII de Apéndice F	International Aero, Inc. Burlington, WA	122 segundos	FALLÓ
Ejemplo 3	FAR 25.853, Part 25, Part VII de Apéndice F	Daimler Chrysler Aerospace Airbus GmbH, Bremen, Alemania	> 6 minutos	PASÓ

Ejemplo 4

Un papel ignífugo, que puede ser producido en una máquina de papel fourdrinier, está compuesto de los siguientes componentes principales en los porcentajes de peso aproximados de: un 83 por ciento en peso de fibra belCo Tex[®], un 5 por ciento en peso de fibra de polivinil alcohol Kuralon K-II y un 12 por ciento en peso de carbonato cálcico precipitado (PCC).

Aquéllos expertos en el campo de la fabricación de papel serán capaces de seleccionar un sistema de retención adecuado, con el fin de conservar en la hoja tanta cantidad de PCC como sea práctica y, por lo tanto, que pierda poco en las aguas de vertido de la máquina de fabricación de papel. Esto es conseguido usualmente midiendo la demanda de carga catiónica y/o aniónica de los principales componentes por medio de titulación y, a continuación, seleccionando el polímero(s) y/o aditivos de ayuda a la retención adecuados que sean capaces de equilibrar el potencial zeta del sistema. Por ejemplo, un sistema poseyendo fibras aniónicas y un relleno aniónico presentará una demanda catiónica, por lo tanto, es seleccionado un polímero de retención catiónico para llevar el potencial zeta total o carga cercano al cero. Los rellenos son retenidos mejor a potenciales zeta cercanos a cero, donde es posible crear flóculos de fibra y relleno que no sean indeseablemente grandes. Dispositivos tales como el Mutek Particle Charge Detector (Detector de Carga de Partícula Mutek) pueden ser utilizados para llevar a cabo la titulación y calcular la necesidad de carga.

Ejemplo 5

Un papel ignífugo, que puede ser producido en una máquina de fabricación de papel Fourdrinier de la manera especificada en el Ejemplo 4, compuesto de los siguientes componentes principales en porcentajes en peso aproximados de: un 86 por ciento en peso de fibra de belCo Tex[®], un 4 por ciento en peso de fibra de polivinil alcohol Kuralon K-II, un 10 por ciento en peso de TiO₂ anatase.

Ejemplo 6

La composición de un papel producido utilizando procesos de fabricación de papel ordinarios es la siguiente: un 89 por ciento en peso de fibra belCo Tex[®], un 8 por ciento en peso de resina polimérica pre-cerámica inorgánica y un 3 por ciento en peso de fibra aglutinante de PVOH.

REIVINDICACIONES

1. Un papel ignífugo comprendiendo:

5 desde alrededor del 60 hasta alrededor del 99,5 por ciento en peso de fibras inorgánicas poseyendo dióxido de silicio como el componente principal y óxido de aluminio como un componente menor, en donde una parte de los átomos de silicio en el dióxido de silicio se encuentran unidos a grupos hidroxilo, y

10 desde alrededor del 0,5 hasta alrededor del 40 por ciento de fibras orgánicas termoplásticas, poseyendo un índice limitador de oxígeno superior a alrededor de 27, en donde las fibras orgánicas termoplásticas comprenden poli(p-sulfuro de fenileno).

2. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

15 en donde las fibras orgánicas termoplásticas comprenden adicionalmente poli(1,4-tiofenileno), policetonas aromáticas, polieterecetonas aromáticas, poliimidas, poliamidaimidas, polietirimidas, poliésteres resistentes al fuego y mezclas de los mismos.

20 3. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

en donde las fibras inorgánicas poseen un diámetro medio de fibra desde alrededor de 6 hasta alrededor de 15 μm .

4. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

25 en donde las fibras inorgánicas poseen un diámetro medio de fibra desde alrededor de 7 hasta alrededor de 10 μm .

5. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

30 en donde las fibras inorgánicas comprenden de entre un 85 y un 95 por ciento en peso de dióxido de silicio, de entre alrededor de un 1 por ciento en peso y alrededor de un 5 por ciento en peso de óxido de aluminio, y entre alrededor de un 0,1 por ciento en peso y alrededor de un 1 por ciento en peso de óxidos de metales alcalinos.

6. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

35 en donde las fibras inorgánicas han sido extraídas con ácido.

7. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

40 comprendiendo adicionalmente desde alrededor de un 0,5 hasta alrededor de un 40 por ciento en peso de resina pre-cerámica.

8. El papel ignífugo de la reivindicación 7,

45 en donde dicha resina pre-cerámica es seleccionada de entre el grupo consistente en siliconas, poliureasilazanos, policarbosilanos, polisilazanos, polisiloxanos, resinas de silice-carboxilo y resinas de silicato de aluminio.

9. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

50 comprendiendo fibras orgánicas no termoplásticas en una cantidad de hasta alrededor del 20 por ciento en peso.

10. El papel ignífugo de la reivindicación 9,

55 en donde dichas fibras no termoplásticas son seleccionadas de entre el grupo consistente en fibras de aramida, fibras de polibenzimidazol y fibras de lana.

11. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

60 comprendiendo hasta alrededor de un 20 por ciento en peso de una fibra aglutinante orgánica con un punto de fusión relativamente bajo.

12. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

65 comprendiendo adicionalmente desde alrededor de un 0,5 hasta alrededor de un 5,0 por ciento en peso de fibras de polivinil alcohol.

ES 2 302 840 T3

13. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

comprendiendo adicionalmente desde alrededor de un 1 hasta alrededor de un 20 por ciento en peso de fibras orgánicas resistentes al calor y a la llama, poseyendo un índice limitador de oxígeno superior a alrededor de 27.

14. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

poseyendo una resistencia tensil en dirección máquina superior a 1.000 g/2,54 cm (1.000 gramos por pulgada).

15. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

poseyendo una resistencia tensil en dirección máquina superior a alrededor de 1.600 g/2,54 cm (1.600 gramos por pulgada).

16. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

poseyendo un peso base superior a alrededor de 2,25 kg/278,7 m² (5 libras/3.000 pies²), y una resistencia tensil en dirección máquina por libra de peso base superior a alrededor de 30 g/2,54 cm (30 gramos por pulgada).

17. El papel ignífugo de la reivindicación 13,

poseyendo una resistencia tensil en dirección máquina por 0,45 kg (libra) de peso base superior a alrededor de 40 g/2,54 cm (40 gramos por pulgada).

18. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

comprendiendo adicionalmente entre un 1 por ciento en peso y un 20 por ciento en peso de relleno mineral particulado.

19. El papel ignífugo de la reivindicación 18,

en donde dicho relleno mineral particulado es dióxido de titanio en fase de anatase o de rutilo.

20. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

comprendiendo adicionalmente un tratamiento hidrófugo.

21. El papel ignífugo de la reivindicación 20,

en donde dicho tratamiento hidrófugo es un revestimiento de fluoropolímero curado.

22. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

en donde dicha parte de átomos de silicio, en el dióxido de silicio, unidos a grupos hidroxilo es de alrededor del 40 por ciento.

23. El papel ignífugo de la reivindicación 1,

en donde dicho papel evita la penetración de una llama a una temperatura desde 982,22°C (1.800°F) hasta 1.093,33°C (2.000°F), procedente de un quemador mantenido a alrededor de 10,16 cm (4 pulgadas) del material durante 240 segundos.

24. Un papel con una alta resistencia tensil, comprendiendo:

desde alrededor de un 60 hasta alrededor de un 99,5 por ciento en peso de fibras inorgánicas extraídas con ácido comprendiendo dióxido de silicio y óxido de aluminio, en donde una parte de los átomos de silicio en el dióxido de silicio se encuentran unidos a grupos hidroxilo, y desde alrededor de un 0,5 hasta alrededor de un 40 por ciento en peso de fibras aglutinantes orgánicas termoplásticas poseyendo un índice limitador de oxígeno superior a alrededor de 27, seleccionadas de entre el grupo consistente en: poli(p-sulfuro de fenileno), poli(1,4-tiofenileno), policetonas aromáticas, polieteretercetonas aromáticas, poliimidadas, poliamidaimidas, polieterimidadas, poliésteres resistentes al fuego y mezclas de los mismos.

25. El papel con alta resistencia tensil de la reivindicación 24,

en donde el papel comprende adicionalmente desde alrededor de un 0,1 hasta alrededor de un 10 por ciento en peso de fibras aglutinantes orgánicas de polivinil alcohol.

ES 2 302 840 T3

26. El papel con alta resistencia tensil de la reivindicación 24,

en donde dichas fibras termoplásticas orgánicas comprenden fibras de poli(p-sulfuro de fenileno).

5 27. El papel ignífugo de la reivindicación 26, comprendiendo:

desde alrededor de un 1,0 hasta alrededor de un 10 por ciento en peso de fibras de polivinil alcohol;

desde alrededor de un 0,5 hasta alrededor de un 20 por ciento en peso de fibras de poli(p-sulfuro de fenileno);

10 desde alrededor de un 60 hasta alrededor de un 99,5 por ciento en peso de dichas fibras inorgánicas extraídas con ácido; y un relleno inorgánico.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



Figura 1



Figura 2

ES 2 302 840 T3

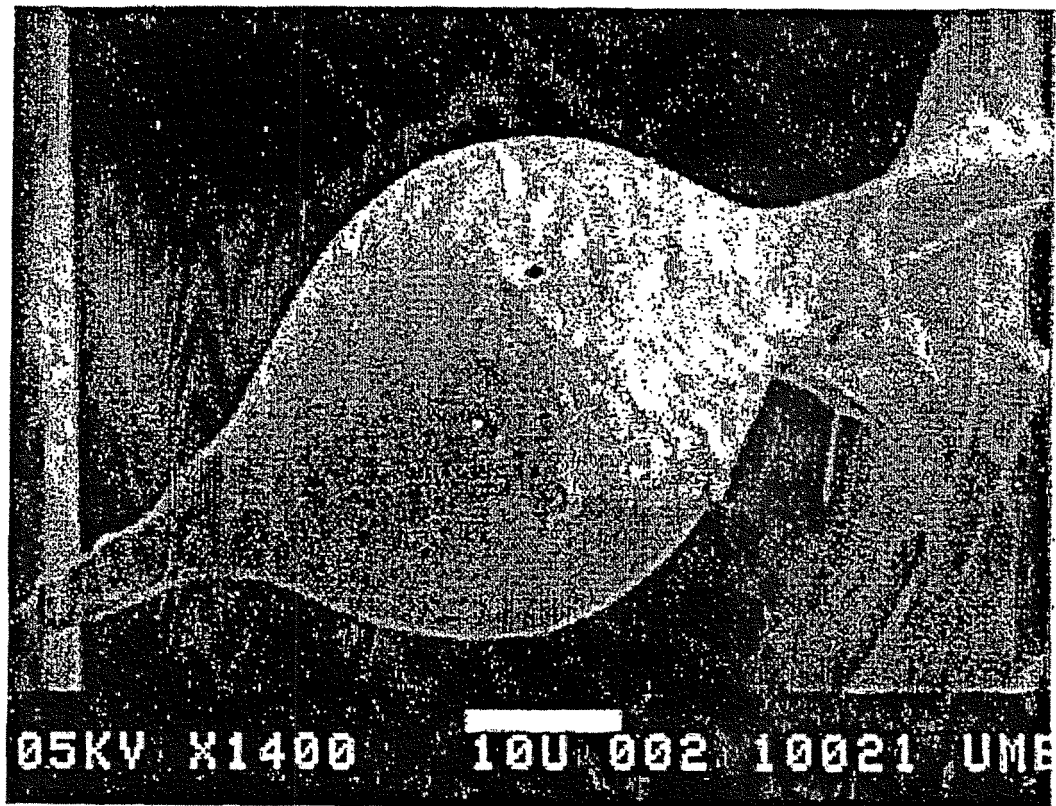


Figura 3

ES 2 302 840 T3

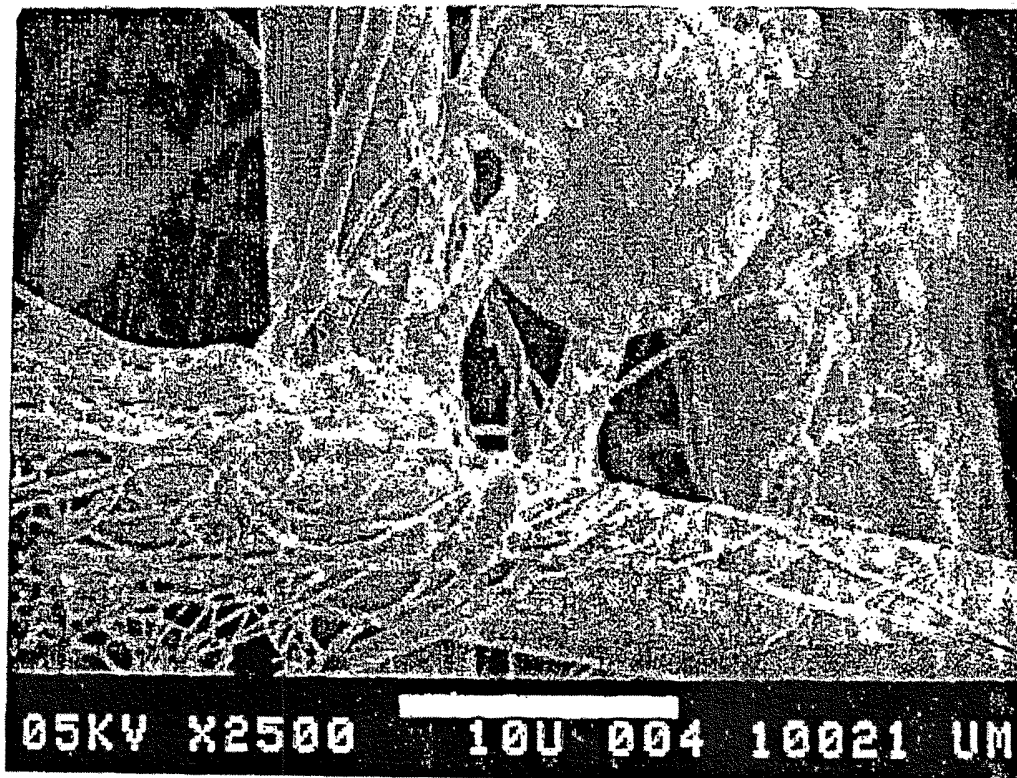


Figura 4

ES 2 302 840 T3

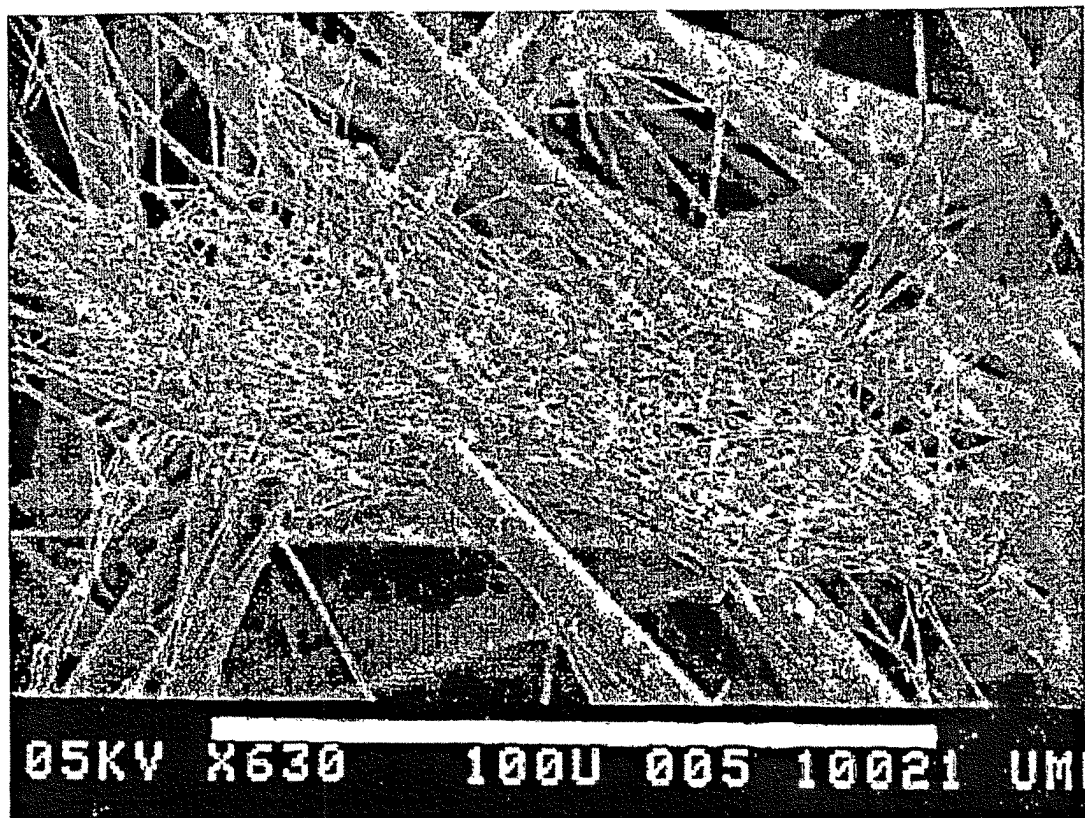


Figura 5

ES 2 302 840 T3

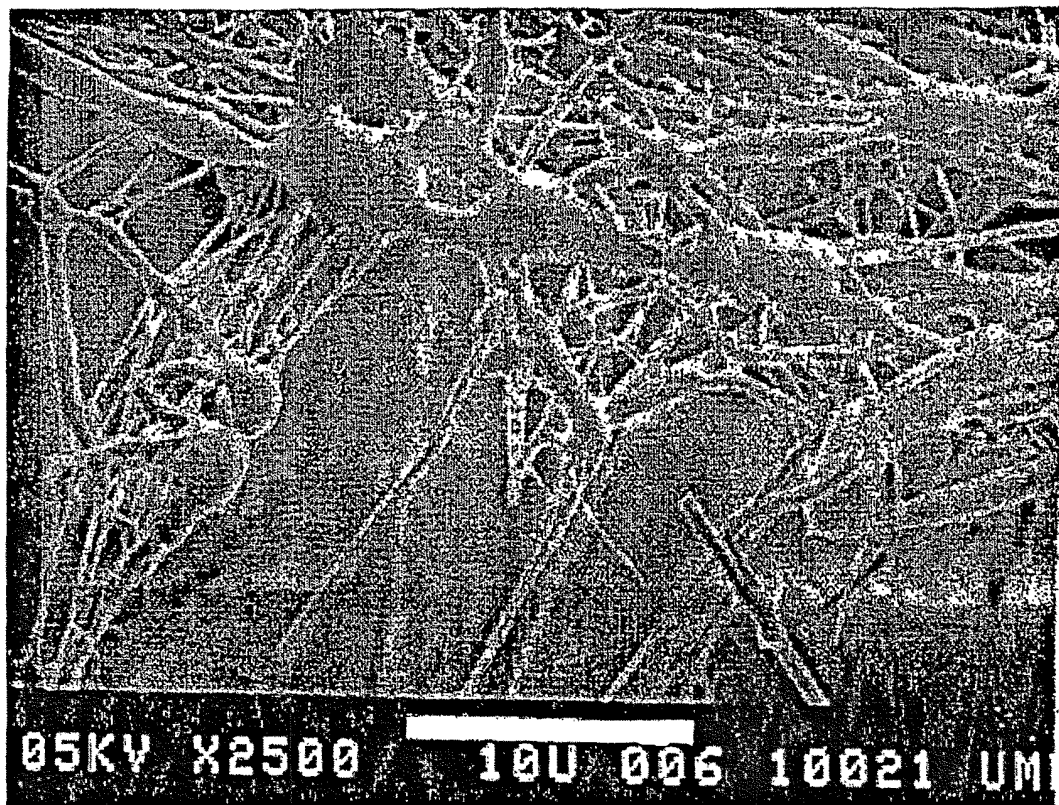


Figura 6

ES 2 302 840 T3

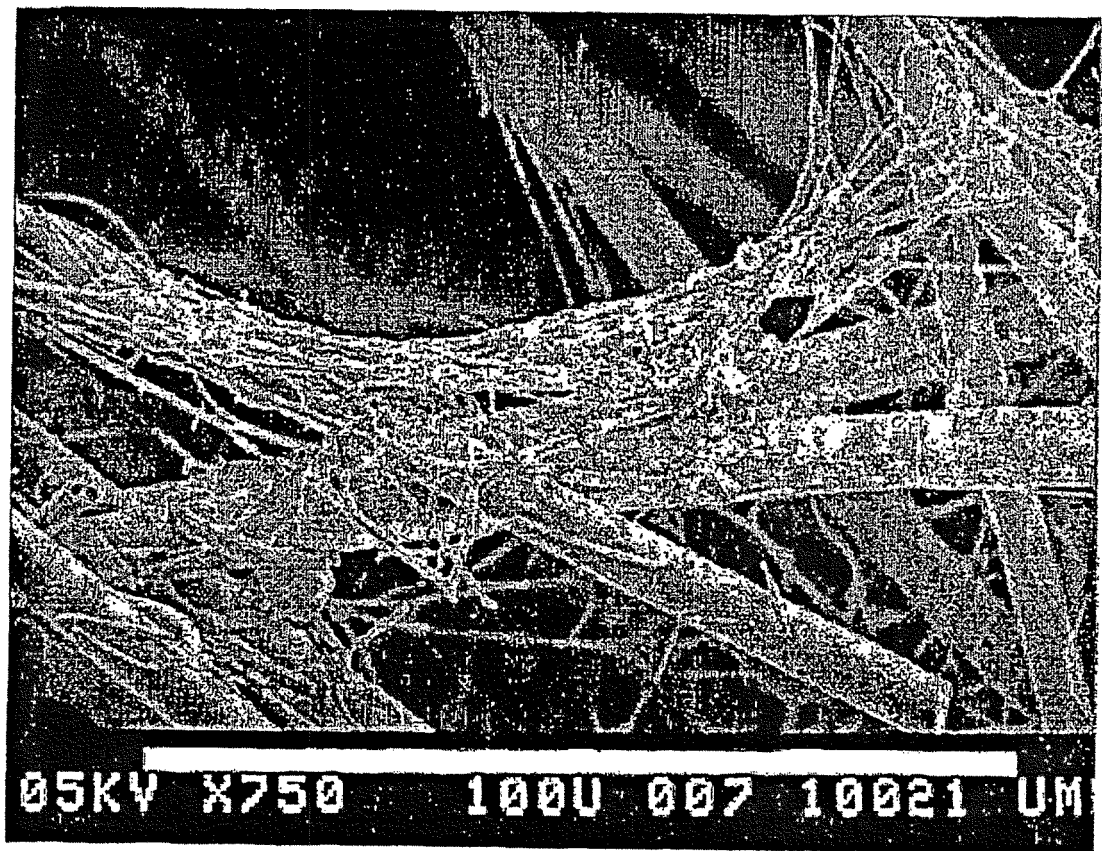


Figura 7

ES 2 302 840 T3



Figura 8

ES 2 302 840 T3

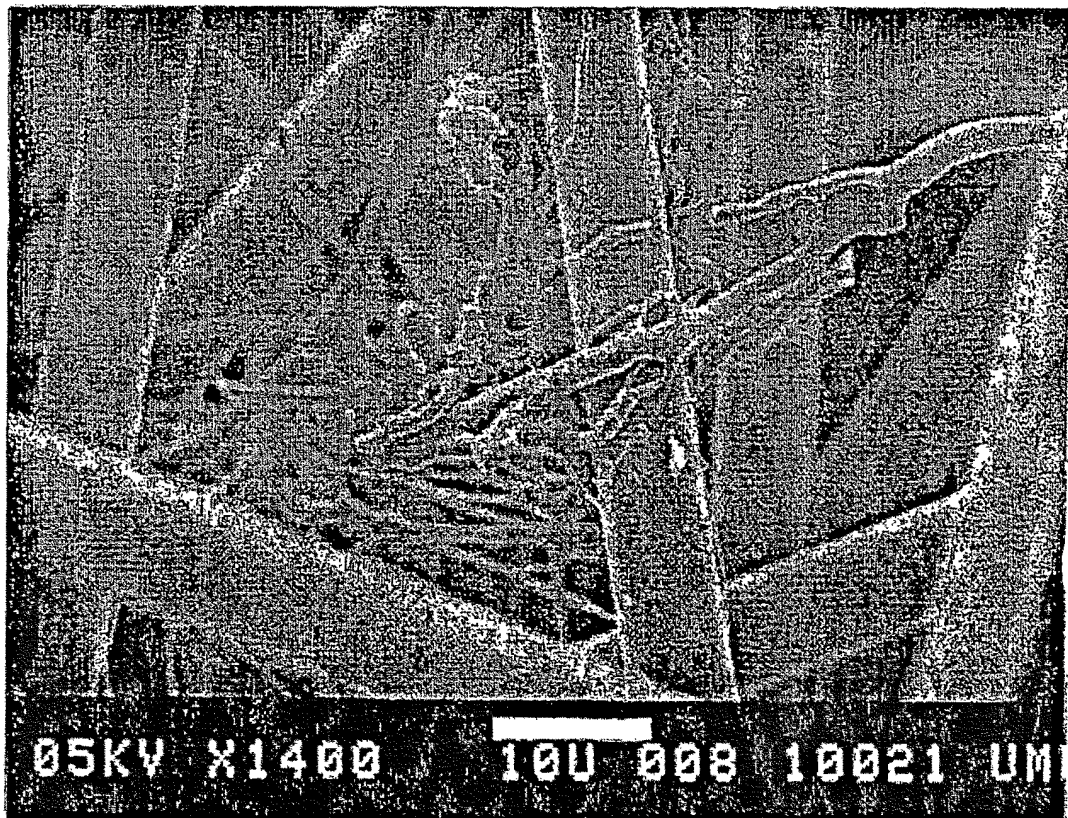


Figura 9