

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 768**

51 Int. Cl.:

B01D 39/16 (2006.01)

D04H 1/42 (2012.01)

D06M 10/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2013 PCT/US2013/031824**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14105107**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2013 E 13868290 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2938420**

54 Título: **Bandas de electret con aditivos potenciadores de la carga**

30 Prioridad:

28.12.2012 US 201261746637 P

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

29.05.2018

73 Titular/es:

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)
3M Center, Post Office Box 33427
Saint Paul, MN 55133-3427, US**

72 Inventor/es:

**SCHULTZ, NATHAN E.;
LI, FUMING B. y
SEBASTIAN, JOHN M.**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 669 768 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

Bandas de electret con aditivos potenciadores de la carga

5 **Campo de la descripción**

La presente descripción se refiere bandas de electret, que incluyen bandas fibrosas no tejidas tales como bandas de microfibras termoplásticas no tejidas, que contienen aditivos potenciadores de la carga y usos de los mismos.

10 **Antecedentes**

Un electret es un material dieléctrico que presenta una carga eléctrica cuasi-permanente. Los electrets son útiles en una variedad de dispositivos incluidos, por ejemplo, películas de adherencia, filtros de aire, máscaras de filtración y respiradores, y como elementos electrostáticos en dispositivos electroacústicos tales como micrófonos, auriculares y registradores electrostáticos.

El comportamiento de las bandas fibrosas usadas en la filtración de aerosoles se puede mejorar transmitiendo una carga eléctrica a las fibras, formando un material electret. En particular, los electrets son eficaces para potenciar la captura de partículas en filtros de aerosoles. Se conocen muchos métodos para conformar materiales electret en bandas microfibras. Dichos métodos incluyen, por ejemplo, bombardear fibras de fusión-soplado a medida que salen por los orificios de la matriz, a medida que las fibras se forman, con partículas eléctricamente cargadas tales como electrones o iones. Otros métodos incluyen, por ejemplo, cargar las fibras una vez que la banda se ha formado, mediante una descarga corona o transmitiendo una carga al lecho de fibra mediante cardado y/o entrelazado con agujas (tribocarga). Además, también se ha descrito un método en el que chorros de agua o una corriente de gotículas de agua inciden sobre una banda no tejida a una presión suficiente para potenciar la carga del electret (hidrocarga).

Numerosos materiales se han agregado a las composiciones poliméricas para modificar las propiedades de las composiciones poliméricas. Por ejemplo, en la patente US-5.914.186 (Yau y col.), se describen cintas adhesivas sensibles a la presión antiestáticas y térmicamente resistentes que tienen adherido sobre las mismas un adhesivo en forma de micropartículas que tienen un diámetro de al menos 1 micrómetro. Las micropartículas tienen un revestimiento conductor formado a partir de un polímero de base electrolito polimérico, al menos una sal iónica de un metal alcalino o alcalinotérreo, y al menos un estabilizador térmico seleccionado del grupo que consiste en amins impedidas, sales de toluimidazoles sustituidos, y mezclas de los mismos.

Los ejemplos de electrets que son aditivos añadidos incluyen electrets con aditivos antibacterianos como se describe en la publicación de patente japonesa JP-08284063 que describe el 3-9 yodo-2-propinil éter del ácido N-n-butilcarbámico que contienen un grupo amidina o guanidino, y 2-(4-tiazolil) bencimidazol, y la publicación PCT n.º WO 93/14510, que describe compuestos de amina impedida, compuestos nitrogenados de fenoles impedidos, compuestos de sal metálica de fenoles impedidos, compuestos fenólicos, compuestos de azufre, y compuestos de fósforo. La publicación de patente japonesa JP-06254319 describe el uso de sales metálicas de ácidos orgánicos de cadena larga en electrets de poliolefina para disminuir la atenuación de la cantidad de electrificación. La publicación de patente europea EP-623.941 describe el uso de agentes de control de carga derivados de varias clases químicas en electrets poliméricos.

EP-0 615 007 A1 describe fibras de electret que tienen una mejor estabilidad de carga y bandas de filtro de electret formadas con estas fibras. En dicho documento se describe una larga lista de agentes estabilizantes de carga, entre los cuales están las benzimidazonas.

También se describen procesos para producir electrets de alta estabilidad, tales como en la publicación de patente europea EP-447.166 que describe un proceso para producir electrets que comprende alternar al menos dos ciclos de aplicación de carga eléctrica y calentamiento posterior, y también describe electrets que contienen compuestos polares de elevado peso molecular, y la patente US-4.874.659 (Ando y col.) que describe un proceso que comprende introducir una hoja de fibra entre un electrodo sin contacto con tensión aplicada y un electrodo conectado a tierra y suministrar electricidad entre los electrodos.

55 **Sumario**

Se describen en la presente memoria bandas de electret y medios de filtro de electret. Las bandas de electret pueden ser una banda o una película fibrosa no tejida. Las bandas de electret comprenden una resina termoplástica y un aditivo potenciador de la carga que comprende una sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente. Las bandas de electret son adecuadas para usar como medio de filtro.

Descripción detallada

Sigue existiendo una necesidad de bandas de electret con propiedades mejoradas. Se presentan en la presente descripción bandas de electret que contienen aditivos potenciadores de la carga. Estos aditivos potenciadores de la carga proporcionan bandas de electret que son fáciles de cargar mediante una variedad de diferentes métodos

de carga, tales como la tribocarga, descarga corona, hidrocarga, o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, las bandas de electret de la presente descripción se pueden cargar solamente mediante descarga corona, especialmente una descarga corona CC, sin la necesidad de mecanismos de carga adicionales.

5 Las bandas de electret útiles en la presente descripción incluyen una combinación de una resina termoplástica y un aditivo potenciador de la carga. Las bandas preparadas a partir de dichas mezclas pueden mostrar propiedades potenciadas solamente con las resinas termoplásticas. Los aditivos potenciadores de la carga útiles incluyen una sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente.

10 Las bandas de electret pueden estar en una variedad de formas. Por ejemplo, la banda puede ser una película continua o discontinua, o una banda fibrosa. Las bandas fibrosas son especialmente útiles para la formación de medios de filtración. En algunas realizaciones, la banda es una banda microfibrosa no tejida. Las microfibras tienen de forma típica 1-100 micrómetros, o de forma más típica 2-30 micrómetros de diámetro efectivo (o diámetro promedio si se mide mediante un método como el microscopio electrónico de barrido) y no es necesario
15 que las microfibras tengan una sección transversal circular.

Los términos “un”, “uno”, y “el” se utilizan de forma indistinta con “al menos uno” para significar uno o más de los elementos que se describen.

20 El término “electret” se refiere a un material que presenta una carga eléctrica casi permanente. La carga eléctrica se puede caracterizar mediante un ensayo de descarga de rayos X como se describe en la sección de ejemplo.

El término “alquilo” se refiere a un grupo monovalente que es un radical de un alcano, que es un hidrocarburo saturado. El alquilo puede ser lineal, ramificado, cíclico o combinaciones de los mismos y tiene normalmente de 1 a
25 20 átomos de carbono. En algunas realizaciones, el grupo alquilo contiene 1 a 18, 1 a 12, 1 a 10, 1 a 8, 1 a 6, o 1 a 4 átomos de carbono. Los ejemplos de grupos alquilo incluyen, aunque no de forma limitativa, metilo, etilo, n-propilo, isopropilo, n-butilo, isobutilo, terc-butilo (t-butil), n-pentilo, n-hexilo, ciclohexilo, n-heptilo, n-octilo, y etilhexilo.

El término “heteroalquilo” se refiere a un grupo alquilo que contiene heteroátomos. Los heteroátomos pueden ser átomos colgantes, por ejemplo, halógenos tales como flúor, cloro, bromo, o yodo o átomos catenarios tales como nitrógeno, oxígeno o azufre. Un ejemplo de un grupo heteroalquilo es un grupo polioalquilo tal como -
30 $\text{CH}_2\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OCH}_2\text{CH}_3$.

El término “alcoxi” se refiere a un grupo del tipo -OR, donde R es un grupo alquilo, alquilo sustituido, arilo, o aralquilo.

35 El término “alquilo sustituido” se refiere a un grupo alquilo que contiene sustituyentes a lo largo de la cadena principal de hidrocarburo. Estos sustituyentes pueden ser grupos alquilo, grupos heteroalquilo o grupos arilo. Un ejemplo de un grupo alquilo sustituido es un grupo bencilo.

40 El término “arilo” se refiere a un grupo carbocíclico aromático que es un radical que contiene de 1 a 5 anillos que pueden estar conectados o condensados. El grupo arilo puede estar sustituido con grupos alquilo o heteroalquilo. Los ejemplos de grupos arilo incluyen grupos fenilo, grupos naftaleno y grupos antraceno.

45 Los términos “polímero” y “material polimérico” se refieren a ambos materiales preparados a partir de un monómero tal como un homopolímero o a materiales preparados a partir de dos o más monómeros tales como un copolímero, terpolímero, o similar. De la misma forma, el término “polimerizar” se refiere al proceso de preparar un material polimérico que puede ser un homopolímero, copolímero, terpolímero, o similar. Los términos “copolímero” y “material copolimérico” se refieren a un material polimérico preparado a partir de al menos dos monómeros.

50 Los términos “temperatura ambiente” y “temperatura del entorno” se utilizan de forma indistinta para significar temperaturas en el intervalo de 20 °C a 25 °C.

La expresión “masa fundida procesable” en la presente memoria, se refiere a una composición que se puede transformar, por ejemplo, mediante calor y presión, de un sólido a un fluido viscoso. La composición debería ser
55 capaz de procesarse como masa fundida sin transformarse químicamente, degradarse o volverse inútil para la aplicación prevista de forma sustancial.

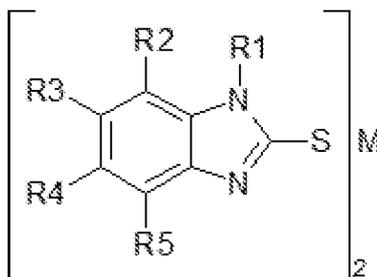
60 Salvo que se indique lo contrario, todos los números que expresan tamaños, cantidades, y propiedades físicas de características, utilizados en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones, deben entenderse como modificados en todos los casos por el término “aproximadamente”. De acuerdo con ello, salvo que se indique lo contrario, los números definidos son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas utilizando las enseñanzas descritas en la presente memoria.

65 Las resinas termoplásticas útiles en la presente descripción incluyen cualquier polímero termoplástico no conductor que pueda retener una gran cantidad de carga electrostática atrapada cuando se conforma en una banda y se carga. De forma típica, dichas resinas tienen una resistividad CC (corriente continua) superior a 10^{14} ohm-cm a la temperatura del

uso previsto. Los polímeros capaces de adquirir una carga atrapada incluyen poliolefinas tales como polipropileno, polietileno, y poli-4-metil-1-penteno; cloruro de polivinilo; poliestireno; policarbonatos; poliésteres, incluidos poliláctidas; y polímeros y copolímeros perfluorados. Los materiales especialmente útiles incluyen polipropileno, poli-4-metil-1-penteno, mezclas de los mismos o copolímeros formados a partir de al menos uno de propileno y 4-metil-1-penteno.

Los ejemplos de resinas termoplásticas adecuadas incluyen, por ejemplo, las resinas de polipropileno: ESCORENE PP 3746G comercializadas por Exxon-Mobil Corporation, Irving, TX; TOTAL PP3960, TOTAL PP3860, y TOTAL PP3868 comercializadas por Total Petrochemicals USA Inc., Houston, TX; y METOCENE MF 650W comercializadas por LyondellBasell Industries, Inc., Rotterdam, Países Bajos; y la resina de poli-4-metil-1-penteno TPX-MX002 comercializada por Mitsui Chemicals, Inc., Tokio, Japón.

Los aditivos potenciadores de la carga son sales de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente. Estas sales pueden describirse mediante la estructura general de la Fórmula 1 mostrada a continuación:



Fórmula 1

en donde M comprende un metal divalente; el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo; los grupos R2, R3, R4, y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, arilo sustituido o, alcoxi.

De forma típica, M comprende Zn, Ni o Fe, y el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono. De forma típica, al menos uno de R2, R3, R4 y R5 no es un átomo de hidrógeno. En algunas realizaciones, el grupo R2, comprende un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono, y los grupos R3, R4 y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, un arilo sustituido o alcoxi.

En algunas realizaciones especialmente adecuadas, M comprende Zn, los grupos R1, R3, R4 y R5 comprenden cada uno un átomo de hidrógeno y el grupo R2 comprende un grupo metilo.

El aditivo potenciador de la carga se puede añadir en cualquier cantidad adecuada. Los aditivos potenciadores de la carga de la presente descripción se han demostrado como eficaces incluso en cantidades relativamente pequeñas. De forma típica, el aditivo potenciador de la carga está presente en una resina termoplástica, y la mezcla de aditivo potenciador de la carga en cantidades de hasta aproximadamente 10 % en peso, de forma más típica, en el intervalo de 0,02 a 5 % en peso basado en el peso total de la mezcla. En algunas realizaciones, el aditivo potenciador de la carga está presente en una cantidad comprendida de 0,1 a 3 % en peso, 0,1 a 2 % en peso, 0,2 a 1,0 % en peso, o 0,25 a 0,5 % en peso.

La mezcla de la resina termoplástica y el aditivo potenciador de la carga se puede preparar por métodos bien conocidos. De forma típica, la mezcla se procesa usando técnicas de extrusión en fundido, de forma que la mezcla se puede precombinar para formar aglomerados en un proceso discontinuo, o bien, la resina termoplástica y el aditivo potenciador de la carga se pueden mezclar en la extrusora en un proceso continuo. Cuando se utiliza un proceso continuo, la resina termoplástica y el aditivo potenciador de la carga se pueden premezclar como sólidos o añadirse por separado a la extrusora y dejar mezclar en el estado fundido.

Los ejemplos de mezcladores en fundido que se pueden usar para formar aglomerados premezclados son los que proporcionan mezclado dispersivo, mezclado distributivo, o una combinación de mezclado dispersivo y distributivo. Ejemplos de métodos por lotes incluyen los que utilizan un equipo de mezclado interno y molienda con rodillos BRABENDER (p. ej., un BRABENDER PREP CENTER, comercializado por C.W. Brabender Instruments, Inc.; South Hackensack, NJ) o BANBURY (por ejemplo, equipos comercializados por Farrel Co.; Ansonia, CT). Tras el mezclado del lote, la mezcla creada se puede inactivar inmediatamente y clasificarse por debajo de la temperatura de fusión de la mezcla para un procesamiento posterior.

Los ejemplos de métodos continuos incluyen extrusión con tornillo único, extrusión de doble tornillo, extrusión con discos, extrusión de tornillo único de movimiento alternativo, y extrusión de tornillo único de pasador de cilindro. Los métodos continuos pueden incluir el uso de ambos elementos de distribución, tales como mezcladores de transferencia de cavidad (por ejemplo, CTM, comercializado por RAPRA Technology, Ltd.; Shrewsbury, Inglaterra) y

elementos de mezclado con pasadores, elementos de mezclado mixto o elementos de mezclado dispersivo (comercializados por, por ejemplo, elementos de mezclado MADDOCK o elementos de mezclado SAXTON).

5 Los ejemplos de extrusores que se pueden usar para extrudir los aglomerados premezclados preparados mediante un proceso discontinuo incluyen los mismos tipos de equipos anteriormente descritos para el procesamiento continuo. Las condiciones de extrusión útiles son generalmente aquellas que son adecuadas para extrudir la resina sin el aditivo.

10 La mezcla extrudida de resina termoplástica y aditivo potenciador de la carga se puede colar o revestir en películas u hojas o se puede conformar en una banda fibrosa usando cualesquiera técnicas adecuadas. Las películas se pueden conformar en una variedad de artículos, incluidos medios de filtración por los métodos descritos en, por ejemplo, la patente US-6.524.488 (Insley y col.). Las bandas fibrosas se pueden fabricar a partir de una variedad de tipos de fibra entre los que se incluyen, por ejemplo, microfibras de fusión-soplado, fibras cortadas, películas fibriladas, y combinaciones de los mismos. Las técnicas para preparar bandas fibrosas incluyen, por ejemplo, procesos con flujo de aire, procesos por vía húmeda, hidroentrelazado, procesos ligados por hilado, procesos de fusión-soplado, y combinaciones de los mismos. Las bandas microfibras no tejidas de fusión-soplado y ligadas por hilado son especialmente útiles como medio de filtración.

15 Los filtros de electretmicrofibroso no tejidos de fusión-soplado y ligados por hilado son especialmente útiles como un elemento de filtrado de aire para un respirador, tal como una máscara de filtración, o para fines como los acondicionadores de aire domésticos e industriales, limpiadores de aire, limpiadores por aspiración, filtros de líneas de aire medicinales, y sistemas de aire acondicionado para vehículos y equipo común, tales como ordenadores, unidades de discos informáticos y equipo electrónico. En algunas realizaciones, los filtros de electret se combinan con un conjunto respiratorio para formar un dispositivo respiratorio diseñado para usarse por una persona. En usos de respiradores, los filtros de electret pueden estar en forma de respiradores moldeados, plegados o con fuelle, cartuchos o botes rellenables, o prefiltros.

20 Las microfibras de fusión-soplado útiles en la presente descripción se pueden preparar como se describe en Van A. Wente, "Superfine Thermoplastic Fibers," Industrial Engineering Chemistry, vol. 48, págs. 1342-1346 y en el Informe n.º 4364 del Naval Research Laboratories, publicado el 25 de mayo de 1954, titulado "Manufacture of Super Fine Organic Fibers" de Van A. Wente y col.

30 Las microfibras ligadas por hilado se pueden formar usando un proceso de ligado por hilado en el cual una o más fibras continuas exentas de polímeros se extruden sobre un colector, como se describe, por ejemplo, en las patentes US-4.340.563 y US-8.162.153 y en la publicación de patente estadounidense núm. 2008/0038976.

35 Las microfibras de fusión-soplado y ligadas por hilado útiles para filtros de electret fibrosos tienen de forma típica un diámetro efectivo de la fibra de aproximadamente 1-100 micrómetros, de forma más típica, de 2 a 30 micrómetros, en algunas realizaciones, de aproximadamente 7 a 15 micrómetros, tal como se calcula según el método definido en Davies, C. N., "The Separation of Airborne Dust and Particles", Institution of Mechanical Engineers, Londres, Proceedings 1B, 1952.

40 En la banda también puede haber fibras cortadas. La presencia de fibras cortadas proporciona por lo general una banda más esponjada y menos densa que una banda que tiene solamente microfibras sopladas. Generalmente, está presente una cantidad no superior al 90 por ciento en peso de fibras cortadas, de forma más típica, no superior a aproximadamente 70 por ciento en peso. Los ejemplos de bandas que contienen fibras cortadas se describen en la patente US-4.118.531 (Hauser).

45 También se puede incluir en la banda material sorbente en forma de partículas, tales como carbón activado o alúmina. Dichas partículas pueden estar presentes en cantidades de hasta aproximadamente un 80 por ciento en volumen del contenido de la banda. Los ejemplos de bandas con carga de partículas se describen, por ejemplo, en la patente US-3.971.373 (Braun), en la patente US-4.100.324 (Anderson) y en la patente US-4.429.001 (Kolpin y col.).

50 Varios aditivos opcionales se pueden combinar con la composición termoplástica, incluidos, por ejemplo, pigmentos, estabilizantes de la luz, antioxidantes primarios y secundarios, desactivadores de metales, aminas impedidas, fenoles impedidos, sales de metal de ácido graso, triésteres de fosfito, sales de ácido fosfórico, compuestos que contienen flúor y combinaciones de los mismos. Los aditivos especialmente adecuados incluyen HALS (estabilizadores de luz de amina impedida) y antioxidantes, ya que estos pueden actuar como aditivos potenciadores de la carga. Además, otros aditivos potenciadores de la carga se pueden combinar con la composición termoplástica. Los posibles aditivos de carga incluyen compuestos orgánicos de triazina térmicamente estables, u oligómeros, donde los compuestos o los oligómeros contienen al menos un átomo de nitrógeno además del incluido en el anillo triazina — véanse, por ejemplo, las patentes US-6.268.495, US-5976.208, US-5.968.635, US-5.919.847, y US-5.908.598 de Rousseau y col. Otro aditivo conocido para potenciar los electrets es "CHIMASSORB 944: (poli[[6-(1,1,3,3,-tetrametilbutil)amino]-s-triazina-2,4-dii]][(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)imino]hexametileno[(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)imino]], comercializado por BASF, Ludwigshafen, Alemania. Los aditivos potenciadores de la carga pueden ser compuestos de aminas aromáticas N-sustituidas, especialmente compuestos sustituidos de triamino, tales como 2,4,6-trianilino-p-(carbo-2'-etilhexil-1'-oxi)-1,3,5-triazina comercializada como "UVINUL T-150" de BASF, Ludwigshafen, Alemania. Otro aditivo de carga es 2,4,6-tris-(octadecilamino)-triazina, también denominado triestearil melamina ("TSM"). Otros ejemplos de aditivos

potenciadores de la carga se proporcionan en la solicitud de patente con número de serie US-61/058.029, solicitud de patente con número de serie US-61/058.041, patente US-7.390.351 (Leir y col.), patente US-5.057.710 (Nishiura y col.), y patentes US-4.652.282 y US-4.789.504 (Ohmori y col.).

5 Además, la banda se puede tratar para modificar químicamente su superficie. La fluoración superficial se puede conseguir introduciendo un artículo polimérico en una atmósfera que contiene una especie que contiene flúor y un gas inerte, y aplicando posteriormente una descarga eléctrica para modificar la química superficial del artículo polimérico. La descarga eléctrica puede estar en forma de un plasma tal como una descarga corona AC. Este proceso de fluoración con plasma hace que los átomos de flúor estén presentes sobre la superficie del artículo polimérico. El proceso de fluoración con plasma se describe en numerosas patentes: US-6.397.458, US-6.398.847, US-6.409.806, US-6.432.175, US-6.562.112, US-6.660.210, y US-6.808.551 de Jones/Lyons y col. Los artículos electret que tienen una alta proporción de fluorosaturación se describen en la patente US-7.244.291 de Spartz y col., y los artículos electret que tienen una baja proporción de saturación, junto con heteroátomos, se describen en la patente US-7.244.292, de Kirk y col. Otras publicaciones que describen las técnicas de fluoración incluyen: La patente US- 6.419.871, US-6.238.466, US-6.214.094, US-6.213.122, US-5.908.598, US-4.557.945, US-4.508.781, y US-4.264.750; las publicaciones estadounidenses US-2003/0134515 A1 y US-2002/0174869 A1; y la publicación internacional WO 01/07144.

El medio de filtro de electret preparado según la presente descripción tiene por lo general un gramaje (masa por unidad de área) comprendido en el intervalo de aproximadamente 10 a 500 g/m² y, en algunas realizaciones, de aproximadamente 10 a 100 g/m². En la fabricación de las bandas de microfibras de fusión-soplado, el gramaje se puede controlar, por ejemplo, cambiando bien la velocidad del colector o el rendimiento de la matriz. El espesor del medio de filtro es de forma típica de aproximadamente 0,25 a 20 milímetros, y en algunas realizaciones, aproximadamente de 0,5 a 2 milímetros. Múltiples capas de bandas fibrosas de electret se utilizan habitualmente en elementos de filtros. La solidez de la banda fibrosa de electret es, de forma típica, de aproximadamente 1 % a 25 %, de forma más típica de aproximadamente 3 % a 10 %. La solidez es un parámetro adimensional que define la fracción sólida en la banda. Por lo general, los métodos de la presente descripción proporcionan bandas de electret que tienen por lo general una distribución de carga uniforme por la banda, sin tener en cuenta el gramaje, espesor, o solidez del medio. El medio de filtro de electret y la resina a partir de la cual se produce no deberían someterse a ningún tratamiento innecesario que pueda aumentar su conductividad eléctrica, por ejemplo, exposición a radiación ionizante, rayos gamma, irradiación con ultravioleta, pirólisis, oxidación, etc.

La banda de electret se puede cargar a medida que se forma o la banda se puede cargar una vez que la banda se ha formado. En el medio de filtro de electret, el medio se carga por lo general una vez que la banda está formada. En general, se puede usar cualquier método de carga convencional conocido en la técnica. Por ejemplo, la carga se puede llevar a cabo de diferentes formas, incluidas tribocargado, descarga corona e hidrocargado. También se puede usar una combinación de métodos. Tal como se ha mencionado anteriormente, en algunas realizaciones, las bandas de electret de la presente descripción tienen la característica deseada de poderse cargar solamente mediante descarga corona, especialmente una descarga corona CC, sin la necesidad de métodos de carga adicionales.

Los ejemplos de procesos de descarga corona adecuados se describen en la patente Re. US-30.782 (van Turnhout), en la patente Re. US-31.285 (van Turnhout), en la patente Re. US-32.171 (van Turnhout), en la patente US-4.215.682 (Davis y col.), en la patente US-4.375.718 (Wadsworth y col.), en la patente US-5.401.446 (Wadsworth y col.), en la patente US-4.588.537 (Klaase y col.), en la patente US-4.592.815 (Nakao), y en la patente US-6.365.088 (Knight y col.).

Otra técnica que se puede utilizar para cargar la banda de electret es el hidrocargado. El hidrocargado de la banda se lleva a cabo poniendo en contacto las fibras con agua de forma suficiente para transmitir una carga a las fibras, seguido por el secado de la banda. Un ejemplo de hidrocargado implica hacer incidir chorros de agua o una corriente de gotículas de agua sobre la banda a una presión suficiente para proporcionar carga electret potenciadora de la filtración, y a continuación secado de la banda. La presión necesaria para conseguir resultados óptimos varía dependiendo del tipo de pulverizadores usados, el tipo de polímero a partir del cual se forma la banda, el tipo y la concentración de los aditivos del polímero, el espesor y la densidad de la banda y de si se ha realizado un pretratamiento, tal como un tratamiento corona superficial, antes del hidrocargado. Generalmente, son adecuadas presiones en el intervalo de aproximadamente 69 a 3450 kPa (10 a 500 psi). Los chorros de agua o corriente de gotículas de agua se pueden proporcionar mediante cualquier dispositivo pulverizador adecuado. Un ejemplo de un dispositivo pulverizador adecuado es el aparato utilizado para entrelazar fibras hidráulicamente. Un ejemplo de un método de hidrocargado adecuado se describe en la patente US-5.496.507 (Angadjivand y col.). Se describen otros métodos en la patente US-6.824.718 (Eitzman y col.), patente US-6.743.464 (Insley y col.), la patente US-6.454.986 (Eitzman y col.), la patente US-6.406.657 (Eitzman y col.), y la patente US-6.375.886 (Angadjivand y col.). El hidrocargado de la banda también se puede llevar a cabo usando el método descrito en la patente US-7.765.698 (Sebastian y col.).

Para evaluar el comportamiento de filtración, se han desarrollado una variedad de protocolos de ensayo. Estos ensayos incluyen la medición de la penetración del aerosol de la banda de filtro usando un aerosol de prueba normalizado tal como el ftalato de dioctilo (DOP), que suele estar presente como porcentaje de penetración del aerosol a través de la banda de filtro (% Pen) y la medición de la caída de presión a través de la banda de filtro (ΔP). A partir de estas dos mediciones, se puede calcular una cantidad denominada Factor de calidad (QF) que tiene la siguiente ecuación:

$$QF = - \ln(\% \text{ Pen}/100) / \Delta P,$$

donde \ln significa el logaritmo natural. Un valor de QF más alto indica mejor comportamiento de filtración, y los valores de QF menores se correlacionan eficazmente con una disminución en el comportamiento de filtración. Los datos de la medición de estos valores se presentan en la sección de Ejemplos. De forma típica, el medio de filtración de la presente descripción ha medido valores QF de $2,9 \text{ (Pa)}^{-1}$ ($0,3 \text{ (mm de H}_2\text{O)}^{-1}$) o superiores para una velocidad nominal de 6,9 centímetros por segundo.

Para verificar que un medio de filtro concreto está cargado electrostáticamente, se puede examinar su comportamiento antes y después de exponerlo a una radiación de rayos X ionizante. Como se describe en la bibliografía, por ejemplo, *Air Filtration* de R.C. Brown (Pergamon Press, 1993) y "Application of Cavity Theory to the Discharge of Electrostatic Dust Filters by X-Rays", A. J. WAKER y R. C. BROWN, *Applied Radiation and Isotopes*, Vol. 39, No. 7, págs. 677-684, 1988, si un filtro electrostáticamente cargado se expone a rayos X, la penetración de un aerosol a través del filtro será mayor después de la exposición que antes de la exposición, ya que los iones producidos mediante los rayos X en las cavidades de gas entre las fibras habrán neutralizado parte de la carga eléctrica. De este modo, se puede obtener una gráfica de penetración frente a la exposición acumulativa de rayos X que muestra un crecimiento estacionario hasta un nivel en el que la irradiación deja de producir cambios. En este punto, toda la carga se ha retirado del filtro.

Estas observaciones han conducido a la adopción de otro protocolo de ensayo para caracterizar el comportamiento de filtración, el ensayo de descarga de rayos X. En este protocolo de ensayo, piezas seleccionadas del medio de filtro a estudiar se someten a radiación de rayos X para descargar la banda de electret. Un atributo de este ensayo es que confirma que la banda es un electret. Puesto que se sabe que los rayos X inactivan la carga electret, la exposición de un medio de filtro a rayos X y la medición del comportamiento del filtro antes y después de esta exposición, y posterior comparación de los comportamientos del filtro indican si el medio filtrante es un electret. Si el comportamiento del filtro permanece inalterado tras la exposición a la radiación de rayos X, esto es indicativo de que ninguna carga ha quedado inactivada, y el material no es un electret. Sin embargo, si el comportamiento del filtro disminuye tras la exposición a la radiación de rayos X, esto es indicativo de que el medio de filtro es un electret.

Quando se lleva a cabo el ensayo, de forma típica, el comportamiento de filtración se mide antes y después de la exposición del medio de filtro a la radiación de rayos x. Se puede calcular un % Índice de penetración según la ecuación siguiente: % Índice de penetración = $(\ln (\% \text{ Penetración DOP inicial}/100) / (\ln (\% \text{ Penetración DOP después de 60 min de exposición de rayos X}/100))) \times 100$, cuando se analiza de acuerdo con el método de ensayo de comportamiento de filtración, como se describe en la sección de Ejemplos siguiente. Para que la banda tenga suficiente carga para usarla como filtro, el % Índice de penetración es, de forma típica, al menos 300 %. A medida que el % Índice de penetración aumenta, el comportamiento de filtración de la banda también aumenta. En algunas realizaciones, el % Índice de penetración es al menos 400 %, 500 %, o 600 %. En realizaciones preferidas, el % Índice de penetración es al menos 750 % u 800 %. En algunas realizaciones, la banda presenta un % Índice de penetración de al menos 1000 %, o al menos un 1250 %.

El Factor de calidad inicial (antes de la exposición a los rayos X) es, de forma típica, al menos $2,9 \text{ (Pa)}^{-1}$ ($0,3 \text{ (mm de H}_2\text{O)}^{-1}$), de forma más típica, al menos $3,9$ o incluso $4,9 \text{ (Pa)}^{-1}$ (al menos $0,4$ o incluso $0,5 \text{ (mm de H}_2\text{O)}^{-1}$) para una velocidad nominal de 6,9 cm/s, analizándose según el método de ensayo de capacidad de filtración, tal como se describe en la sección de Ejemplos siguiente. En algunas realizaciones, el Factor de calidad inicial es al menos $5,9$ o $6,9 \text{ (Pa)}^{-1}$ (al menos $0,6$ o $0,7 \text{ (mm de H}_2\text{O)}^{-1}$). En otras realizaciones, el Factor de calidad inicial es al menos $7,8$, al menos $8,83$, al menos $9,8$ o incluso superior a $9,8 \text{ (Pa)}^{-1}$ (al menos $0,8$, al menos $0,90$, al menos $1,0$ o incluso superior a $1,0 \text{ (mm de H}_2\text{O)}^{-1}$). El Factor de calidad después de 60 minutos de exposición a rayos X es, de forma típica, inferior al 50 % del Factor de calidad inicial. En algunas realizaciones, el Factor de calidad inicial es al menos $4,9 \text{ (Pa)}^{-1}$ ($0,5 \text{ (mm de H}_2\text{O)}^{-1}$) o superior y el Factor de calidad después de 60 minutos de exposición a rayos X es inferior a $1,47 \text{ (Pa)}^{-1}$ ($0,15 \text{ (mm de H}_2\text{O)}^{-1}$).

La descripción incluye las siguientes realizaciones:

Se incluyen realizaciones de bandas de electret. Una primera realización es una banda de electret que comprende: una resina termoplástica; y un aditivo potenciador de la carga que comprende una sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente.

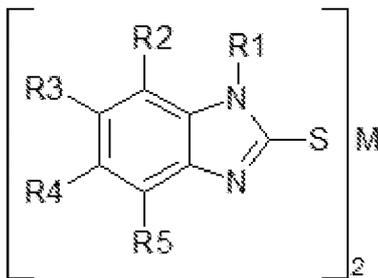
La realización 2 es la banda de electret de la realización 1, en donde la banda comprende una banda fibrosa no tejida.

La realización 3 es la banda de electret de la realización 2, en donde la banda comprende una banda de microfibras no tejidas.

La realización 4 es la banda de electret de la realización 1, en donde la banda comprende una película.

La realización 5 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-4, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

(a)



5 en donde M comprende un metal divalente; el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo; los grupos R2, R3, R4 y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, arilo sustituido o alcoxi.

10 La realización 6 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-5, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

10 en donde M comprende Zn, Ni o Fe; el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono; el grupo R2 comprende un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono; y los grupos R3, R4 y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, arilo sustituido o alcoxi.

15 La realización 7 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-6, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a): en donde M comprende Zn; los grupos R1, R3, R4 y R5 comprenden cada uno un átomo de hidrógeno; y el grupo R2 comprende un grupo metilo.

20 La realización 8 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-7, en donde la resina termoplástica comprende: poliolefina; cloruro de polivinilo; poliestireno; policarbonato; o poliéster.

25 La realización 9 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-8, en donde la resina termoplástica comprende: polipropileno; poli(4-metil-1-penteno); copolímeros de propileno y 4-metil-1-penteno; o mezclas de los mismos.

La realización 10 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-9, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,02-5,0 % en peso de la banda.

30 La realización 11 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-9, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,1-3,0 % en peso de la banda.

La realización 12 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-9, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,1 a 2 % en peso de la banda.

35 La realización 13 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-9, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,2 a 1,0 % en peso de la banda.

La realización 14 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-9, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,25 a 0,50 % en peso de la banda.

40 La realización 15 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-14, en donde la banda contiene una carga electrostática, en donde la carga se transmite mediante un tratamiento con corona, hidrocarga, o una combinación de los mismos.

45 La realización 16 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-14, en donde la banda contiene una carga electrostática, en donde la carga se transmite mediante un tratamiento con corona.

50 La realización 17 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-16, en donde la banda además comprende al menos un aditivo adicional seleccionado de pigmentos, estabilizantes de la luz, antioxidantes primarios y secundarios, desactivadores de metales, aminas impedidas, fenoles impedidos, sales de metal de ácido graso, triésteres de fosfito, sales de ácido fosfórico, compuestos que contienen flúor y combinaciones de los mismos.

55 La realización 18 es la banda de electret de cualquiera de las realizaciones 1-17, en donde la banda además comprende, al menos, un aditivo adicional seleccionado de aminas impedidas, antioxidantes y combinaciones de los mismos.

También se incluyen realizaciones de medio de filtro de electret. La realización 19 es un medio de filtro de electret que comprende: una banda que comprende: una resina termoplástica; y un aditivo potenciador de la carga que comprende una sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente.

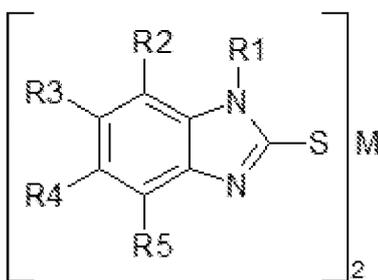
5 La realización 20 es el medio de filtro de electret de la realización 19, en donde la banda comprende una banda fibrosa no tejida.

La realización 21 es el medio de filtro de electret de la realización 20, en donde la banda comprende una banda de microfibras no tejidas.

10 La realización 22 es el medio de filtro de electret de la realización 19, en donde la banda comprende una película.

La realización 23 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-22, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

15 (a)



20 en donde M comprende un metal divalente; el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo; los grupos R2, R3, R4 y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, arilo sustituido o alcoxi.

La realización 24 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-23, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

25 en donde M comprende Zn, Ni o Fe; el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono; el grupo R2 comprende un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono; y los grupos R3, R4 y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, arilo sustituido o alcoxi.

30 La realización 25 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-24, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a): en donde M comprende Zn; los grupos R1, R3, R4 y R5 comprenden cada uno un átomo de hidrógeno; y el grupo R2 comprende un grupo metilo.

35 La realización 26 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-25, en donde la banda comprende una banda de microfibras no tejidas que comprende poliolefina; cloruro de polivinilo; poliestireno; policarbonato; o poliéster.

La realización 27 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-26, en donde la banda de microfibras no tejidas comprende: polipropileno; poli(4-metil-1-penteno); copolímeros de propileno y 4-metil-1-penteno; o mezclas de los mismos.

40 La realización 28 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-27, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,2-5,0 % en peso de la banda.

45 La realización 29 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-27, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,1-3,0 % en peso de la banda.

La realización 30 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-27, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,1 a 2 % en peso de la banda.

50 La realización 31 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-27, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,2 a 1,0 % en peso de la banda.

55 La realización 32 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-27, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,25 a 0,50 % en peso de la banda.

La realización 33 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-32, en donde la banda contiene una carga electrostática, en donde la carga se transmite mediante un tratamiento con corona, hidrocarga, o una combinación de los mismos.

5 La realización 34 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-32, en donde la banda contiene una carga electrostática, en donde la carga se transmite mediante un tratamiento con corona.

10 La realización 35 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-34, en donde la banda además comprende al menos un aditivo adicional seleccionado de pigmentos, estabilizantes de la luz, antioxidantes primarios y secundarios, desactivadores de metales, amins impedidas, fenoles impedidos, sales de metal de ácido graso, triésteres de fosfito, sales de ácido fosfórico, compuestos que contienen flúor y combinaciones de los mismos.

15 La realización 36 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-35, en donde la banda además comprende, al menos, un aditivo adicional seleccionado de amins impedidas, antioxidantes y combinaciones de los mismos.

20 La realización 37 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-36, en donde el medio de filtro comprende: un filtro de respirador, un filtro de un sistema de ventilación de un habitáculo, un filtro de un sistema de ventilación de vehículos, un filtro de aire acondicionado, un filtro de horno, un filtro de purificador de aire ambiente, un filtro de aspiradora o un filtro de una unidad de disco de ordenador.

La realización 38 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-37, en donde el medio de filtro junto con una unidad de respirador es un componente de un dispositivo respiratorio diseñado para ser utilizado por una persona.

25 La realización 39 es un medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-38, en donde el medio de filtro tiene un % Índice de penetración de al menos 300 % a una velocidad nominal de 6,9 centímetros por segundo cuando se analiza según el ensayo de descarga de rayos X.

30 La realización 40 es el medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-39, en donde el medio de filtro tiene un Factor de calidad inicial de al menos $2,9 \text{ (Pa)}^{-1}$ ($0,3 \text{ (mm de H}_2\text{O)}^{-1}$) a una velocidad nominal de 6,9 centímetros por segundo, y después de una exposición a rayos X durante 60 minutos, un Factor de calidad inferior a 50 % del Factor de calidad inicial, cuando se analiza según el ensayo de descarga de rayos X.

35 La realización 41 es un medio de filtro de electret de cualquiera de las realizaciones 19-40, en donde el medio de filtro retiene al menos el 85 % de capacidad de filtración medido según el Factor de calidad después de envejecimiento durante 72 horas a 71 °C.

Ejemplos

40 Estos ejemplos son meramente para fines ilustrativos, y no está previsto que sean limitantes del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Todas las partes, proporciones, relaciones, etc. en los ejemplos y en el resto de la memoria descriptiva son en peso salvo que se indique lo contrario. Los disolventes y el resto de rol reactivos usados se obtuvieron de Sigma-Aldrich Chemical Company; Milwaukee, Wisconsin salvo que se indique lo contrario.

45 *Tabla de abreviaturas*

<u>Abreviatura o designación comercial</u>	<u>Descripción</u>
Aditivo de carga 1	Zinc-2-mercaptotoluimidazol, VANOX XMTI, comercializado por R.T. Vanderbilt, Norwalk, CT.
Aditivo de carga 2	Zinc-5-etoxi-2-mercaptobenzimidazol
Aditivo de carga 3	CAS: 136504-96-6 una amina impedida oligomérica, comercializada por 3V Inc., Hackensack, NJ.
PMP	Polimetilpernteno comercializado como "TPX" por Mitsui Chemicals.
PP-1	Resina de polipropileno de calidad 1, Total 3866, comercializada por Total Petrochemicals USA Inc., Houston, TX.
PP-2	Resina de polipropileno de calidad 2, PP-650W, comercializada por LyondellBasell Industries, Houston, TX.
PP-3	Resina de polipropileno de calidad 3, PP-650X, comercializada por LyondellBasell Industries, Houston, TX.
PP-4	Resina de polipropileno de calidad 4, Total 3860X, comercializada por Total Petrochemicals USA Inc., Houston, TX.
PP-5	Resina de polipropileno de calidad 5, Total M3865, comercializada por Total Petrochemicals USA Inc., Houston, TX.

*Métodos de ensayo*Ensayo de filtración, no tejidos

5 Las muestras se analizaron para analizar la penetración de aerosol (%Pen) en %DOP y % NaCl y la caída de presión (ΔP), y se calculó el factor de calidad (QF). La capacidad de filtración (% Pen y QF) de las bandas de microfibras no tejidas se evaluó usando un analizador de filtro automatizado AFT Modelo 8127 (comercializado por TSI, Inc., St. Paul, MN) usando dioctilftalato (DOP) o cloruro de sodio (NaCl) como aerosol de prueba y un transductor para medir presiones MKS que medía la caída de presión (ΔP (mm de H₂O)) a través del filtro. El aerosol DOP tenía nominalmente un diámetro promedio en masa (MMD) de 0,33 micrómetros, monodisperso, con una concentración corriente arriba de 50-200 mg/m³ y una diana de 100 mg/m³. La MMD del aerosol de NaCl es de 0,26 con una concentración corriente arriba de 12-20 mg/m³ y una diana de 15 mg/m³. El aerosol se forzó a través de una muestra de material filtrante a un caudal calibrado de 42,5 litros/minuto (velocidad nominal de 6,9 cm/s) con el ionizador del aerosol apagado para los aerosoles de DOP y encendido para los aerosoles de NaCl. El tiempo de ensayo total fue de 23 segundos (tiempo de subida de 15 segundos, tiempo de muestreo de 4 segundos, y tiempo de purga de 4 segundos). La concentración de los aerosoles de DOP y NaCl se midió mediante dispersión de luz, tanto corriente arriba como corriente abajo del medio de filtración, usando fotómetros calibrados. El %DOP % Pen se define como: % Pen = 100x(concentración DOP corriente abajo/concentración DOP corriente arriba) y de la misma manera en el caso de NaCl. Para cada material, se realizaron 6 mediciones independientes en diferentes puntos de la banda de fusión-soplado y los resultados se promediaron.

Los valores de % Pen y ΔP se utilizaron para calcular un QF mediante la siguiente fórmula:

$$QF = - \ln(\% \text{ Pen}/100) / \Delta P,$$

25 donde ln significa el logaritmo natural. Un valor de QF más alto indica mejor comportamiento de filtración, y los valores de QF menores se correlacionan eficazmente con una disminución en el comportamiento de filtración. El factor de calidad de las bandas generadas sin exposición a otros entornos se suele designar de forma típica como "Q₀", el Factor de calidad inicial.

30

Ensayo de filtración, bandas ligadas por hilado y de fusión-soplado no tejidas

Se analizaron las muestras para calcular la penetración de aerosol en % NaCl (% Pen) y la caída de presión (ΔP), y se calculó el factor de calidad (QF). El método de ensayo es similar al método descrito anteriormente, donde la única diferencia es el caudal. El caudal para estos ensayos fue de 85,0 litros por minuto (velocidad nominal de 8,28 m/min). Para cada material, se realizaron 6 mediciones independientes en diferentes puntos de la banda de fusión-soplado y los resultados se promediaron.

35

Prueba de filtración, matriz de medios de superficie estructurada

40

Los medios de filtración en este ejemplo se sometieron a un ensayo frente a un aerosol de cloruro de sodio en un método similar al método anterior. La velocidad nominal fue de 5,3 cm/s. Se midió la eficiencia de filtración, y no la caída de presión, y se registró como $-\ln(\% \text{ Pen}/100)$.

Mediciones de corriente de descarga estimuladas térmicamente, películas planas

45

La densidad de carga eficaz de las películas planas se determinó mediante integración de la corriente de descarga absoluta medida usando un espectrómetro Solomat TSDC /RMA Model 91000 con un electrodo de pivote, distribuido por TherMold Partners, L. P., Stamford, CT. Las muestras se recortaron y se aseguraron entre un electrodo fijo inferior y un electrodo superior cargado con muelle TSDC/RMA. La superficie del electrodo superior es de 0,38 cm² (aproximadamente 7 mm de diámetro). En el instrumento TSDC/RMA, se coloca un termómetro cerca de la muestra, pero sin tocarla. Las muestras eran ópticamente densas, por lo que no hay orificios visibles a través de la muestra. Como el electrodo tiene aproximadamente 7 mm de diámetro, las muestras se cortaron a un tamaño mayor de 7 mm de diámetro. Para asegurar un buen contacto eléctrico con los electrodos, se comprimió el espesor de las muestras en un factor de aproximadamente 10. El aire y la humedad se extrajeron de la celda de muestra mediante una serie de etapas de purga, y la celda se volvió a llenar con helio hasta aproximadamente 110 kPa (1100 mbar). La celda de muestra se enfrió con nitrógeno líquido según determine el protocolo de ensayo específico.

55

Se realizaron mediciones de corriente mientras se calentaba la muestra a una velocidad de aumento de temperatura controlada de 5 °C/min hasta 175 °C. Durante dicha descarga térmicamente estimulada, las cargas almacenadas en el electret se movilizan y se neutralizan bien en los electrodos o en el volumen de la muestra por recombinación con cargas de signo opuesto. Esto generará una corriente externa que muestra un número de picos cuando se registra en función de la temperatura. La forma y situación de estos picos depende de los niveles de energía atrapados en la carga y la situación física de los sitios de captura. Al integrar el gráfico de corriente frente a temperatura, se puede calcular una densidad de carga eficaz (pC/mm²).

65

Las películas se integraron utilizando la regla del trapecio, donde la curva se divide en una serie de trapecios con una superficie que equivale a la altura promedio multiplicada por la anchura. Las áreas se suman entre sí y se dividen por la velocidad de calentamiento para obtener la cantidad de carga en culombios.

5 Comportamiento de envejecimiento acelerado

Para determinar la estabilidad del comportamiento de filtración, el envejecimiento acelerado se analizó comparando el factor de calidad inicial de las bandas de fusión-soplado cargadas con su correspondiente factor de calidad después del almacenamiento a diferentes temperaturas durante diferentes periodos de tiempo.

10 En un ensayo, las bandas se almacenaron durante 72 horas a 71 °C en aire. Este factor de calidad después de envejecimiento en esta condición se suele designar de forma típica como “Q₃”. La retención del comportamiento se calcula mediante la siguiente ecuación:

15
$$\% \text{ Retención (Q}_3\text{)} = (\text{Q}_3 \text{ (después del envejecimiento durante 72 horas a 71 °C)} / \text{Q}_0 \text{ (inicial)}) \times 100 \%$$

Del mismo modo se midió la eficiencia de filtración de las películas estructuradas antes y después del envejecimiento:

20
$$\% \text{ Retención} = (\% \text{ Pen (después del envejecimiento durante 72 horas a 71 °C)} / \% \text{ Pen (inicial)}) \times 100 \%$$

20 Ensayo de descarga de rayos X

25 El Factor de calidad y el % de penetración de las bandas de muestra a analizar se determinaron antes de la exposición a la radiación de rayos X usando el método de ensayo anteriormente descrito. El Factor de calidad inicial se designa como “QF₀”. La banda de muestra se expuso por ambos lados a los rayos X usando el sistema descrito más adelante, garantizando que la totalidad de la muestra quedaba uniformemente expuesta a la radiación de rayos X. Tras la exposición a los rayos X, la muestra de medio filtrante se analizó de nuevo para medir el comportamiento del filtro (QF y % Pen). El procedimiento se repitió hasta que la capacidad del filtro alcanzó un valor meseta, indicando que toda la carga electrostática de la muestra había quedado neutralizada.

30 La exposición a rayos X se llevó a cabo con un sistema de exposición a rayos X Baltograph 100/15 CP (Balteau Electric Corp., Stamford, CT) que consiste en un generador de potencial constante conectado a tierra calibrado a 100 KV a 10 mA con una ventana de berilio (filtración inherente de 0,75 mm) con una salida de hasta 960 Roentgen/min a 50 cm desde el punto focal de 1,5 mm x 1,5 mm. La tensión se ajustó a 80 KV con una corriente correspondiente de 8 mA. Se colocó un portamuestras a una distancia aproximada de 57,2 centímetros (22,5 pulgadas) desde el punto focal para producir una exposición de aproximadamente 580 Roentgen /min.

Ejemplos de síntesis

40 Ejemplo de síntesis 1: Preparación del Aditivo de carga 2

Se preparó el CA-2 disolviendo 10 gramos de 5-etoxi-2-benzimidazolol en 150 gramos de etanol a 70 °C en un vaso de precipitados. A este se le añadieron 52 ml de 1 M de KOH y la solución se volvió amarilla. Se añadieron 5,6 gramos de acetato de cinc dihidratado a un segundo vaso de precipitados y se disolvieron en agua desionizada (aproximadamente 100 ml). Esta solución se vertió en la solución amarilla y se dejó reposar durante la noche. El precipitado resultante se filtró al vacío y se secó en un horno de vacío a 110 °C.

Ejemplos 1-29 y Ejemplos comparativos C1-C12

50 Para cada uno de los ejemplos y ejemplos comparativos se siguieron los procedimientos descritos a continuación. Los datos de estos ejemplos se presentan en las Tablas 1-4.

Preparación de la muestra de película

55 *Preparación de películas planas:*

Para los ejemplos de película, 0,2 gramos de uno de los aditivos de carga anteriormente descritos se seleccionaron y se combinaron durante 1 minuto con 130 gramos de polipropileno en un extrusor de doble tornillo con 5 zonas de 30 mm. Tras la composición, el material se vertió en una matriz profunda de 10,2 cm (4 pulgadas) y se revistió entre dos revestimientos de silicona. El peso nominal del revestimiento fue de 25,4 micrómetros (1 milésima de pulgada). Las temperaturas de extrusión variaron de 185 °C - 250 °C. A continuación se cargaron las películas usando el Método de carga 1 (ver más abajo) y se probaron usando corriente estimulada térmicamente (CTE) (ver más abajo).

Preparación de películas estructuradas:

Se construyeron unos medios de filtración cargados electrostáticamente similares a los descritos en US-6.589.317 de películas de polipropileno estructuradas. Se añadió un aditivo de carga al polipropileno en forma de gránulo de mezcla madre precompuesto que se extruyó simultáneamente con la resina de polipropileno.

Preparación de la muestra de no tejido*Etapa A - Preparación de bandas no tejidas:*

1. Bandas de microfibras de fusión-soplado

Para cada ejemplo, uno de los aditivos de carga anteriormente descritos (y en algunos ejemplos se usó además PMP) se seleccionó y mezcló en seco con una de tres calidades de polipropileno a la concentración mostrada en la Tabla 1, y la mezcla se extruyó como se describe en Van A. Went, "Superfine Thermoplastic Fibers," Industrial Engineering Chemistry, vol. 48, págs. 1342-1346. La temperatura de extrusión estaba comprendida de aproximadamente 250 °C -300 °C y el extrusor fue un extrusor de tornillo doble cónico BRABENDER (comercializado por Brabender Instruments, Inc.) funcionando a una velocidad de aproximadamente 2,5 a 3 kg/h (5-7 lb/h). La matriz tenía 25,4 cm (10 pulgadas) de ancho y 10 orificios por centímetro (25 orificios por pulgada). Las bandas de fusión-soplado se formaron con un gramaje de aproximadamente 50-60 g/m², diámetro efectivo de fibra de aproximadamente 6,5 - 9,5 micrómetros, y un espesor de aproximadamente 0,75 - 2 milímetros.

Del mismo modo, para cada Ejemplo comparativo, se preparó una banda de fusión-soplado a partir de polipropileno de la misma calidad que el polietileno de las bandas de los correspondientes ejemplos, pero sin añadir aditivo de carga. La Tabla 1 resume las características específicas de la banda para cada uno de los ejemplos.

2. Bandas ligadas por hilado y de fusión-soplado

Para el ejemplo 27 se seleccionó uno de los aditivos de carga descritos anteriormente (y en algunos ejemplos también se usó PMP) y se mezcló en seco con una de las 4 calidades de polipropileno a la concentración mostrada en la Tabla 1. La banda se extruyó y se unió mediante un proceso similar al descrito en la patente US-7.947.142 (Fox y col.).

El cabezal de extrusión tenía 18 filas de 36 orificios cada una, divididas en dos bloques de 9 filas separadas por una distancia de 0,16 cm (0,063 pulg.) en el centro de la boquilla formando un total de 648 orificios. La temperatura nominal de extrusión fue de 250 °C. Las bandas se depositaron sobre una banda de recogida. La masa de fibras se pasó a continuación debajo de un dispositivo de ligado por calentamiento controlado para ligar de forma autógena, al menos, parte de las fibras. La banda tenía la resistencia suficiente para ser autoestable y manejable después del proceso de ligado.

Del mismo modo, se preparó el Ejemplo comparativo C10 mediante el mismo proceso, pero no se añadió aditivo de carga. La Tabla 1 resume las características específicas de la banda.

Etapa B - Preparación del artículo electret:

Cada una de las bandas de fusión-soplado preparadas en la Etapa A (Ejemplos 1-26 y Ejemplos comparativos C1-C10) o películas preparadas como se ha descrito anteriormente (Ejemplos 27-29 y Ejemplos comparativos C11-C12) se cargaron mediante uno de los tres métodos de carga de electret: hidrocarga, carga corona o pretratamiento con corona e hidrocarga. Las Tablas 1 y 3 resumen el método de carga específico aplicado a cada una de las muestras.

Método de carga 1 - Carga corona:

Las bandas o películas de fusión-soplado seleccionadas preparadas anteriormente se cargaron mediante una descarga corona CC. La carga corona se llevó a cabo haciendo pasar la banda sobre una superficie conectada a tierra bajo una fuente de corona en cepillo, con una corriente corona de aproximadamente 0,01 miliamperios por centímetro de longitud de fuente de descarga, a una velocidad de aproximadamente 3 centímetros por segundo. La fuente corona se encuentra aproximadamente 3,5 cm por encima de la superficie conectada a tierra sobre la que se arrastra la banda. La fuente corona estaba alimentada con una tensión CC positiva.

Método de carga 2 - Hidrocarga:

Una pulverización fina de agua de alta pureza con una conductividad inferior a 5 microS/cm se generó continuamente desde una boquilla funcionando a una presión de 896 kilopascales (130 psig) a un caudal de aproximadamente 1,4 litros/minuto. Las bandas de fusión-soplado seleccionadas preparadas en la Etapa A se transportaron mediante una cinta porosa a través de la pulverización con agua a una velocidad de aproximadamente 10 centímetros/segundo, mientras que un vacío extraía simultáneamente el agua de la banda

por la parte inferior. Cada banda de fusión-soplado pasó dos veces por el hidrocargador (secuencialmente una vez por cada lado) y a continuación se dejó secar por completo durante la noche antes del ensayo del filtro.

Método de carga 3 - Pretratamiento con corona e hidrocarga:

5 Las bandas de fusión-soplado seleccionadas preparadas en la Etapa A anterior se pretrataron mediante una descarga corona CC como se describe en el Método de carga 1 y posteriormente se cargaron mediante hidrocarga como se describe en el Método de carga 2.

10 Procedimientos de prueba de filtración y electrets

Bandas de fusión-soplado: Capacidad de filtración inicial:

15 Cada una de las muestras cargadas preparadas en la etapa B anterior se recortó en dos secciones de 1 metro. Una sección se analizó en su estado inicial para determinar la penetración (% Pen) del aerosol en % DOP y % NaCl y la caída de presión (ΔP), y se calculó el factor de calidad (QF_0) como se describe en los Métodos de ensayo anteriormente proporcionados. Se envejeció otra sección durante 72 horas a 71 °C y se probó la penetración (% Pen) del aerosol en % DOP y % NaCl en su estado envejecido y la caída de presión (ΔP). Estos valores se usaron para calcular QF_3 . Estos resultados se recogen en la Tabla 2 siguiente como % Pen inicial y envejecido, ΔP inicial y envejecido, QF_0 y QF_3 . También se recoge la relación de QF_3 a QF_0 .

Descarga de rayos X de los medios de filtro de electret:

25 Usando el procedimiento descrito en los métodos de ensayo anteriores, se expusieron unas muestras seleccionadas de medios de filtro a rayos X ionizantes. La Tabla 5 recoge la capacidad de filtración de cada muestra antes de la exposición a rayos X (tiempo = 0 minutos) y después de 60 minutos de exposición total a rayos X.

Tabla 1: Bandas de fusión-soplado

Ejemplo	Resina	Aditivos	Cantidad de aditivo (% en peso)	Método de carga	Ef. Diam. fibra (μm)	Solidez (%)	Peso base (g/m^2)
C1	PP-1	Ninguno	0,00	1	56	5,6	8,4
C2	PP-1	Ninguno	0,00	1	56	5,6	8,4
C3	PP-1	Ninguno	0,00	3	56	5,6	8,4
C4	PP-1	Ninguno	0,00	3	56	5,6	8,4
E1	PP-1	CA-1	0,50	1	55	5,3	7,7
E2	PP-1	CA-1	0,50	1	55	5,3	7,7
E3	PP-1	CA-1	0,50	3	55	5,3	7,7
E4	PP-1	CA-1	0,50	3	55	5,3	7,7
E5	PP-1	CA-1	1,00	1	52	6,1	7,9
E6	PP-1	CA-1	1,00	1	52	6,1	7,9
E7	PP-1	CA-1	1,00	3	52	6,1	7,9
E8	PP-1	CA-1	1,00	3	52	6,1	7,9
E9	PP-1	CA-1/PMP	0,10/1,00	1	55	5,2	8,2
E10	PP-1	CA-1/PMP	0,10/1,00	3	55	5,2	8,2
C5	PP-2	Ninguno	0,00	1	57	5,6	8,3
C6	PP-2	Ninguno	0,00	3	57	5,6	8,3
C7	PP-2	Ninguno	0,00	2	57	5,6	8,3
E11	PP-2	CA-1	0,05	1	58	6,0	8,3
E12	PP-2	CA-1	0,05	3	58	6,0	8,3
E13	PP-2	CA-1	0,10	1	57	6,0	8,4
E14	PP-2	CA-1	0,10	3	57	6,0	8,4
E15	PP-2	CA-1	0,25	1	56	5,5	8,5
E16	PP-2	CA-1	0,25	3	56	5,5	8,5
E17	PP-2	CA-1	0,25	2	56	5,5	8,5
C8	PP-3	Ninguno	0,00	1	NM	NM	NM
C9	PP-3	Ninguno	0,00	1	NM	NM	NM
E18	PP-3	CA-2	0,25	1	NM	NM	NM
E19	PP-3	CA-2	0,25	1	NM	NM	NM
E20	PP-3	CA-1	0,25	1	NM	NM	NM

ES 2 669 768 T3

E21	PP-2	CA-1/CA-3	0,25/0,50	1	55	5,7	8,6
E22	PP-2	CA-1/CA-3	0,25/0,50	3	55	5,7	8,6
E23	PP-2	CA-1/CA-3	0,25/0,50	2	55	5,7	8,6
E24	PP-2	CA-1/CA-3	0,50/0,50	1	59	5,9	8,3
E25	PP-2	CA-1/CA-3	0,50/0,50	3	59	5,9	8,3
E26	PP-2	CA-1/CA-3	0,50/0,50	2	59	5,9	8,3
C10	PP-5	Ninguno	0,00	1	65,9	11,0	17,7
E27	PP-5	CA-1	0,20	1	64,9	11,2	16,9

NM = No medido

Tabla 2: Bandas de fusión-soplado, Datos del factor de calidad

Ejemplo	Método de ensayo	%Pen Inicial	ΔP inicial [(Pa) ⁻¹ (1/mm H ₂ O)]	Q ₀	%Pen envejecido	ΔP envejecido [(Pa) ⁻¹ (1/mm H ₂ O)]	Q ₃	Relación
C1	NaCl	16,4	22,6 (2,3)	0,81	28,6	18,6 (1,9)	0,65	0,80
C2	DOP	32,0	22,6 (2,3)	0,51	49,9	17,7 (1,8)	0,39	0,76
C3	NaCl	1,4	20,6 (2,1)	2,02	7,0	18,6 (1,9)	1,43	0,70
C4	DOP	7,0	19,6 (2,0)	1,35	15,3	17,7 (1,8)	1,03	0,71
E1	NaCl	7,6	20,6 (2,1)	1,20	11,3	19,6 (2,0)	1,08	0,92
E2	DOP	18,9	20,6 (2,1)	0,80	22,1	18,6 (1,9)	0,78	0,97
E3	NaCl	0,4	20,6 (2,1)	2,71	0,6	19,6 (2,0)	2,58	0,95
E4	DOP	2,9	21,6 (2,2)	1,59	3,4	18,6 (1,9)	1,82	1,14
E5	NaCl	6,1	25,5 (2,6)	1,10	8,7	22,6 (2,3)	1,07	0,97
E6	DOP	16,4	25,5 (2,6)	0,69	15,6	22,6 (2,3)	0,82	1,18
E7	NaCl	0,4	25,5 (2,6)	2,20	0,5	21,6 (2,2)	2,42	1,10
E8	DOP	2,5	24,5 (2,5)	1,52	2,1	20,6 (2,1)	1,82	1,19
E9	DOP	24,4	19,6 (2,0)	0,82	18,2	17,7 (1,8)	0,92	1,12
E10	DOP	9,9	19,6 (2,0)	1,69	17,8	15,7 (1,6)	1,83	1,08
C5	DOP	24,9	19,6 (2,0)	0,66	26,2	20,6 (2,1)	0,64	0,97
C6	DOP	11,7	18,6 (1,9)	1,17	19,7	16,7 (1,7)	1,12	0,96
C7	DOP	48,9	20,6 (2,1)	0,34	54,3	18,6 (1,9)	0,31	0,91
E11	DOP	15,2	24,5 (2,5)	0,76	21,8	20,6 (2,1)	0,73	0,96
E12	DOP	7,8	22,6 (2,3)	1,12	8,3	21,6 (2,2)	1,12	1,00
E13	DOP	16,1	23,5 (2,4)	0,77	20,9	19,6 (2,0)	0,79	1,02
E14	DOP	9,4	20,6 (2,1)	1,10	10,7	20,6 (2,1)	1,08	0,98
E15	DOP	20,2	20,6 (2,1)	0,75	26,6	17,7 (1,8)	0,73	0,97
E16	DOP	9,2	19,6 (2,0)	1,21	10,3	18,6 (1,9)	1,22	1,01
E17	DOP	34,1	18,6 (1,9)	0,56	37,2	18,6 (1,9)	0,52	0,53
C8	NaCl	11,8	27,5 (2,8)	0,77	20,3	25,5 (2,6)	0,62	0,80
C9	DOP	27,3	24,5 (2,5)	0,53	33,9	21,6 (2,2)	0,50	0,94
E18	NaCl	7,9	25,5 (2,6)	0,98	11,6	22,6 (2,3)	0,93	0,95
E19	DOP	23,2	21,6 (2,2)	0,67	20,5	21,6 (2,2)	0,73	1,08
E20	DOP	24,7	19,6 (2,0)	0,71	28,4	17,7 (1,8)	0,71	1,00
E21	DOP	16,0	21,6 (2,2)	0,85	26,3	18,6 (1,9)	0,70	0,82
E22	DOP	12,11	20,6 (2,1)	1,02	13,4	17,7 (1,8)	1,09	1,07
E23	DOP	0,8	21,6 (2,2)	2,17	1,9	19,6 (2,0)	1,98	0,91
E24	DOP	15,0	28,4 (2,9)	0,65	23,1	24,5 (2,5)	0,59	0,91
E25	DOP	8,8	25,5 (2,6)	0,92	11,3	23,5 (2,4)	0,92	1,00
E26	DOP	0,3	28,4 (2,9)	1,98	1,1	26,5 (2,7)	1,72	0,87
C10	NaCl	51,2	13,7 (1,4)	0,49	NM	NM	NM	NM
E27	NaCl	42,0	14,7 (1,5)	0,56	NM	NM	NM	NM

Tabla 3: Películas

Ejemplo	Tipo de película	Resina	Aditivo	Cantidad de aditivo (% en peso)	Método de carga
C11	Plana	PP-1	Ninguno	0,00	1
E28	Plana	PP-1	CA-1	0,10	1
C12	Estructurada	PP-4	Ninguno	0,00	1
E29	Estructurada	PP-4	CA-1	0,10	1

5 Tabla 4: Factor de calidad para películas

Ejemplo	Prueba	Tm (°C)	Área (pC/mm ²)	%Pen Inicial	% Pen final	% de retención
C11	CTE	154	0,74 ^a	NM	NM	NM
E28	CTE	148	0,18 ^b	NM	NM	NM
C12	% Ef.	NM	NM	55	72	54
E29	% Ef.	NM	NM	49	58	76

^a Integrado de 90 °C a 159 °C

^b Integrado de 90 °C a 160 °C

NM = No medido

10

Tabla 5: Capacidad de filtración después de exposición a rayos X

Ejemplo	Prueba	Antes de la exposición			Después de la exposición(60 minutos)		
		%Pen Inicial	ΔP inicial [(Pa) ⁻¹ (1/mm H ₂ O)]	Q ₀	%Pen Inicial	ΔP inicial [(Pa) ⁻¹ (1/mm H ₂ O)]	Q ₀
C9	Rayos X	27,3	24,5 (2,5)	0,53	76,9	22,6 (2,3)	0,11
E20	Rayos X	24,7	19,6 (2,0)	0,71	80,5	17,7 (1,8)	0,10

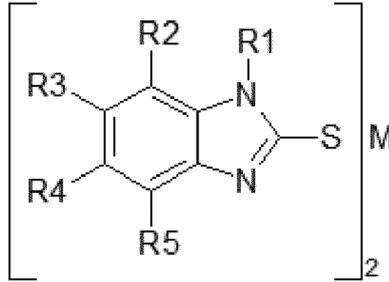
REIVINDICACIONES

1. Una banda de electret que comprende:

5 una resina termoplástica; y
un aditivo potenciador de la carga que comprende una sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente.

10 2. La banda de electret de la reivindicación 1, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

(a)



15 en donde M comprende un metal divalente;
el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno, o un grupo alquilo;
los grupos R2, R3, R4, y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, arilo sustituido, o alcoxi.

20 3. La banda de electret de la reivindicación 1, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

25 en donde M comprende Zn, Ni, o Fe;
el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno, o un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono;
el grupo R2, comprende un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono; y
los grupos R3, R4, y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, arilo sustituido, o alcoxi.

30 4. La banda de electret de la reivindicación 1, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

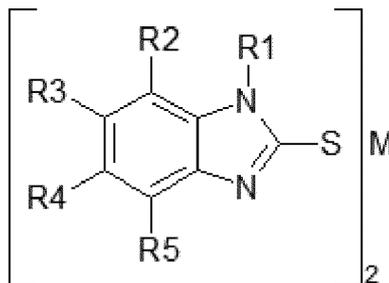
35 en donde M comprende Zn;
los grupos R1, R3, R4, y R5 comprenden cada uno un átomo de hidrógeno; y
el grupo R2 comprende un grupo metilo.

40 5. La banda de electret de la reivindicación 1, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,02-5,0 % en peso de la banda.

6. Un medio de filtro de electret que comprende una banda de electret según la reivindicación 1.

7. El medio de filtro de electret de la reivindicación 6, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

45 (a)



en donde M comprende un metal divalente;
el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno, o un grupo alquilo;
los grupos R2, R3, R4, y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, arilo sustituido, o alcoxi.

5 8. El medio de filtro de electret de la reivindicación 6, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

10 en donde M comprende Zn, Ni, o Fe;
el grupo R1 comprende un átomo de hidrógeno, o un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono;
el grupo R2, comprende un grupo alquilo con 1-3 átomos de carbono; y
los grupos R3, R4, y R5 comprenden independientemente un átomo de hidrógeno, un alquilo, un arilo, un heteroalquilo, un alquilo sustituido, arilo sustituido, o alcoxi.

15 9. El medio de filtro de electret de la reivindicación 6, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende una sal con la estructura (a):

20 en donde M comprende Zn;
los grupos R1, R3, R4, y R5 comprenden cada uno un átomo de hidrógeno; y
el grupo R2 comprende un grupo metilo.

10. El medio de filtro de electret de la reivindicación 6, en donde la sal de mercaptobenzimidazolato sustituido que contiene un metal divalente comprende 0,02-5,0 % en peso de la banda.