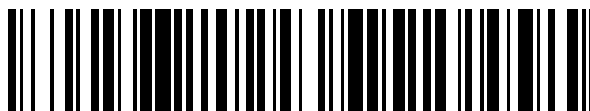


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 730**

51 Int. Cl.:

D06M 13/335 (2006.01)
B01D 39/16 (2006.01)
A62B 18/02 (2006.01)
A62B 23/02 (2006.01)
D06M 10/02 (2006.01)
D06M 11/05 (2006.01)
D01F 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.04.2009** **PCT/US2009/040426**
87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2009** **WO2009148703**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2009** **E 09758866 (9)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017** **EP 2291562**

54 Título: **Método para fabricar artículos electret basados en el potencial z**

30 Prioridad:

02.06.2008 US 131770

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.06.2017

73 Titular/es:

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)
3M Center P.O.Box 33427
St. Paul, MN 55133-342, US

72 Inventor/es:

SEBASTIAN, JOHN, M.;
JONES, MARVIN, E.;
LI, FUMING, B.;
CHOU, SHIH-HUNG;
SCHULTZ, NATHAN, E.;
KEOUGH, JUSTIN, L.;
SHAH, RAHUL, B. y
JAPUNTICH, DANIEL, A.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 619 730 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para fabricar artículos electret basados en el potencial zeta

- 5 La presente invención se refiere a un nuevo método para cargar artículos poliméricos electret. El método implica el uso de un líquido acuoso que tiene una conductividad y un pH seleccionados de tal forma que sean función del potencial zeta del artículo.

Antecedentes

- 10 Los artículos electret — es decir, artículos dieléctricos que presentan al menos una carga eléctrica cuasi-permanente — son conocidos por mostrar buenas propiedades de filtración. Dichos artículos se han diseñado con una amplia variedad de construcciones pero, para fines de filtración de aire, los artículos suelen adoptar la forma de una banda fibrosa polimérica no tejida. Un ejemplo de este tipo de productos son los filtros para hornos de la marca Filtrete™
15 vendidos por la empresa 3M. Los filtros de electret poliméricos no tejidos también se han utilizado en dispositivos individuales de protección respiratoria — véanse, por ejemplo, las patentes US-4.536.440 de Berg, US-4.807.619 de Dyrud y col., US-5.307.796 de Kronzer y col., US-5.804.295 de Braun y col, y US-6.216.693 de Rekow y col.

- 20 La carga eléctrica potencia la capacidad de la banda de material no tejido para capturar las partículas que están suspendidas en el fluido que atraviesa la banda. La banda de material no tejido contiene, de forma típica, fibras que comprenden polímeros dieléctricos — es decir, no conductores. Se han desarrollado diferentes técnicas en estos años para producir los artículos electret.

- 25 El trabajo preliminar relacionado con láminas de polímero con carga eléctrica fue descrito por P. W. Chudleigh en *Mechanism of Charge Transfer to a Polymer Surface by a Conducting Liquid Contact*, 21 Appl. Phys. Lett., 547-48 (Dic. 1, 1972), y en *Charging of Polymer Foils Using Liquid Contacts*, 47 J. Appl. Phys., 4475-83 (Octubre de 1976). El método de Chudleigh implica cargar una lámina de polímero de polifluoroetileno mediante la aplicación de una tensión a la lámina. La tensión se aplica mediante un líquido conductor en contacto con la superficie de la lámina.

- 30 Una técnica temprana conocida para fabricar un electret polimérico de forma fibrosa se describen en US-4.215.682 de Kubic y Davis. En este método, las fibras se bombardean con partículas cargadas eléctricamente a medida que salen del orificio de la matriz. Las fibras se crean mediante un proceso de “fusión-soplado”, donde una corriente de gas, que se sopla a alta velocidad cerca del orificio de la matriz, arrastra el material polimérico extrudido y lo enfría para formar una fibra solidificada. Las fibras del proceso de fusión-soplado se acumulan fibras aleatoriamente sobre
35 un colector para crear la banda fibrosa de electret. La patente menciona que la eficacia de filtración puede mejorarse en un factor de dos o más cuando las fibras de fusión-soplado se cargan eléctricamente de esta forma.

- 40 Las bandas fibrosas de electret también se han producido mediante descarga corona. La patente US-4.588.537 de Klaase y col, por ejemplo, muestra una banda fibrosa que se alimenta continuamente a un dispositivo de descarga corona mientras se coloca cerca de una superficie principal de una lámina dieléctrica sustancialmente cerrada. La corona se produce desde una fuente de alta tensión que está conectada a alambres de tungsteno finos de carga opuesta. Otra técnica de alta tensión para transmitir una carga electrostática a una banda de material no tejido se describe en la patente US-4.592.815 de Nakao. En este proceso de carga, la banda se pone en contacto estrecho con un electrodo de superficie lisa conectado a tierra.

- 45 Las bandas fibrosas de electret también se pueden producir a partir de películas o láminas poliméricas, como se describe en las patentes estadounidenses Re. 30.782, Re. 31.285, y Re. 31.171 de van Tumhout. Las películas o láminas poliméricas se cargan electrostáticamente antes de fibrilarse en fibras, que posteriormente se recogen y se procesan para obtener un filtro no fibroso de material no tejido.

- 50 También se han utilizado métodos mecánicos para transmitir una carga eléctrica a las fibras. US-4.798.850 de Brown describe un material de filtro que contiene una mezcla de dos fibras poliméricas sintéticas plegadas que se han cardado para obtener un vellón, y que después se han punzonado para formar un fieltro. La patente describe el mezclado correcto de las fibras para que queden cargadas eléctricamente durante el cardado. El proceso
55 descrito en Brown se denomina normalmente “tribocarga”.

- La tribocarga también se produce cuando chorros de gases o líquidos no cargados a alta velocidad se hacen pasar sobre la superficie de una película dieléctrica. En US-5.280.406, Coufal y col. describen que, cuando chorros de un fluido sin carga impactan sobre la superficie de una película dieléctrica, la superficie queda cargada.

- 60 Un desarrollo más reciente utiliza agua para transmitir carga eléctrica a una banda fibrosa de material no tejido (véase US-5.496.507 de Angadjivand y col). Chorros presurizados de agua o una corriente de gotículas de agua incide sobre una banda de material no tejido que contiene microfibras no conductoras para crear la carga eléctrica. Si se somete la banda a un tratamiento de descarga corona en aire antes de la operación de hidrocarga se puede mejorar adicionalmente la carga.
65 La carga resultante proporciona propiedades que mejoran la filtración. Véanse también las patentes US-6.824.718 y US-6.406.657 de Eitzman y col, y US-6.783.574, US-6.375.886, y US-6.119.691 de Angadjivand y col, y US-6.743.464 de

Insley y col, para ver otros métodos de usar el agua para producir los artículos electret. También se han utilizado líquidos polares no acuosos para fabricar los artículos fibrosos electret — véase US-6.454.986 de Eitzman y col.

La adición de determinados aditivos a la banda mejora el comportamiento electret. Un método para mejorar la resistencia a aerosoles de niebla oleosa incluye añadir un aditivo fluoroquímico con procesabilidad en estado fundido tal como un aditivo fluoroquímico de oxazolidinona, un aditivo fluoroquímico de piperazina, o un alcano perfluorado al polímero durante la creación del artículo fibroso polimérico —véanse, por ejemplo, las US-5.025.052 y US-5.099.026 de Crater y col. y las US-5.411.576 y US-5.472.481 de Jones y col. Los aditivos fluoroquímicos tienen procesabilidad en estado fundido, es decir, que prácticamente no experimentan degradación en las condiciones de procesamiento en fundido que se utilizan para formar las fibras en la banda de electret - véase también la US-5.908.598 de Rousseau y col. Además de un método de procesamiento en fundido, también se han fabricado electrets fluorados introduciendo un artículo polimérico en una atmósfera que comprende 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. El proceso de fluoración con plasma hace que los átomos de flúor estén presentes sobre la superficie del artículo polimérico. El artículo polimérico fluorado se puede cargar eléctricamente usando, por ejemplo, las técnicas de hidrocarga anteriormente descritas. 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.

También se han producido bandas de filtro sin cargar posteriormente de forma deliberada, o “electreting”, las fibras o las bandas de fibras — véase la US-5.780.153 de Chou y col. Las fibras se fabrican a partir de un copolímero que comprende: un copolímero de etileno, 5 a 25 por ciento en peso de ácido (met)acrílico y, opcionalmente, aunque menos preferiblemente, hasta 40 por ciento en peso de un (met)acrilato de alquilo cuyos grupos alquilo tienen de 1 a 8 átomos de carbono. De cinco a 70 % de los grupos ácidos están neutralizados con un ion metálico, especialmente un ion de cinc, sodio, litio o magnesio, o una mezcla de los mismos. El copolímero tiene un índice de fundido de 5 a 1000 gramos (g) durante 10 minutos. El resto puede ser una poliolefina como polipropileno o polietileno. Las fibras se pueden producir mediante un proceso de fundido-soplado y se pueden enfriar rápidamente con agua para evitar el exceso de unión. La patente describe que las fibras tienen alta retención estática de cualquier carga estática existente, o inducida específicamente de forma deliberada.

Otros artículos electret que contienen aditivos se describen en la patente US-5.057.710 de Nishiura. Los artículos electret de polipropileno descritos en Nishiura contienen al menos un estabilizador seleccionado de aminas impedidas, fenoles impedidos que contienen nitrógeno, y fenoles impedidos que contienen metales. La patente menciona que un artículo electret que contiene estos aditivos puede ofrecer una elevada estabilidad térmica. El tratamiento electret se lleva a cabo colocando la hoja de tela no tejida entre un electrodo en forma de aguja y un electrodo conectado a tierra. Las patentes US-4.652.282 y US-4.789.504 de Ohmori y col. describen la incorporación de una sal metálica de ácido graso en un polímero aislante para mantener un elevado rendimiento de eliminación de polvo durante un periodo de tiempo prolongado. La patente japonesa Kokoku JP60-947 describe artículos electret que comprenden poli 4-metil-1-penteno y al menos un compuesto seleccionado de (a) un compuesto que contiene un grupo hidroxilo, (b) un ácido carboxílico alifático superior y sus sales metálicas, (c) un compuesto de tiocarboxilato, (d) un compuesto de fósforo, y (e) un compuesto éster. La patente indica que los artículos electret tienen una estabilidad durante el almacenamiento prolongada.

Otras patentes japonesas que describen métodos para producir artículos electret incluyen 2002-115178, 2002-115177A, 2003-013359, 2004-66026, 2004-66027, y 2004-195357.

Para un breve resumen de la química de los iones en la interfase, y cómo se pueden transferir los iones, facilitado por el agua absorbida para producir los artículos electret, véase McCarty y Whitesides, *Electrostatic Charging Due to Separation of Ions at Interfaces: Contact Electrification of Ion Electrets*, 47 Angw. Chem. Int. 2-22 (2008); véanse también McCarty y col., *Ionic Electrets: Electrostatic Charging of Surfaces by Transferring Mobile Ions Upon Contact*, 129 J. Am. Chem. Soc. 4075-88 (2007), y Kudin y col., *Why Are Water — Hydrophobic Intersurfaces Interfaces Charged?*, J. Am. Chem. Soc. (recibido el 17 de septiembre de 2007).

La publicación de patente estadounidense n.º 2008/0022643 A1 describe un filtro plegado fabricado a partir de una banda de material no tejido monocomponente monocapa.

Glosario

En el presente documento:

“acuoso” significa que el líquido acuoso contiene al menos aproximadamente 40 % de agua en volumen;

- “comprende (o que comprende)” significa su definición como es habitual en terminología de patentes, es un término abierto que por lo general es sinónimo de “incluye”, “que tiene”, o “que contiene”. Aunque “comprende”, “incluye”, “tiene”, y “que contiene” y variaciones de los mismos son términos abiertos de uso común, la presente invención también se puede describir usando términos más concretos tales como “consiste esencialmente de”,
- 5 “que es un término semiabierto por que excluye solamente aquellas cosas o elementos que tendrían un efecto perjudicial sobre el comportamiento de los artículos electret al servir en su función prevista;
- “conductividad” significa la capacidad de una sustancia para transmitir electricidad;
- 10 “carga eléctrica” significa que existe una separación de cargas;
- “entalpía” significa una propiedad termodinámica de una sustancia, representada por “H” donde $H = U + pV$ donde U es la energía interna, p es la presión y V es el volumen; la entalpía, H, es la energía interna de un sistema más el producto de la presión y el volumen; se trata de un cambio en un sistema que es igual al calor aplicado al sistema a presión constante;
- 15 “entalpía de desprotonación” significa la entalpía (ΔH_{dp}) necesaria para extraer un protón de una molécula;
- “fibroso” significa que tiene fibras y posiblemente otros ingredientes;
- 20 “banda fibrosa de electret” significa una banda que contiene fibras y que presenta una carga eléctrica cuasi-permanente;
- “líquido” significa el estado de la materia entre un sólido y un gas;
- 25 “no conductor” significa que tiene una resistividad volumétrica de aproximadamente 10^{14} ohm-cm o mayor a temperatura ambiente (22 °C);
- “no tejido” significa una estructura, o parte de una estructura, donde los componentes (p. ej., fibras) se mantienen unidas entre sí por un método que no es el tejido;
- 30 “amina aromática N-sustituida” significa un grupo aromático que tiene de uno a tres anillos condensados, por ejemplo, benceno, naftaleno o triazina, y que está sustituido con al menos un grupo amino sustituido del tipo -NR¹R² donde el grupo R¹ es hidrógeno, alquilo que tiene 1 a 20 átomos de carbono, un arilo que tiene 1 a 5 anillos que pueden estar conectados o condensados, un heteroalquilo que tiene 1 a 20 átomos de carbono o un alquilo sustituido que tiene 1 a 20 átomos de carbono, y el grupo R² es hidrógeno, alquilo que tiene 1 a 20 átomos
- 35 de carbono, un arilo que tiene 1 a 5 anillos que pueden estar conectados o condensados, heteroalquilo que tiene 1 a 20 átomos de carbono, o un alquilo sustituido que tiene 1 a 20 átomos de carbono.
- “pH” significa una medida de la acidez o alcalinidad (basicidad) de una solución a temperatura y presión ambiente (22 °C, 101.300 Pascales), en una escala logarítmica de 0 a 14, donde la neutralidad está representado por un
- 40 valor de 7 con la acidez creciente representada por valores descendentes cada vez más pequeños, y donde la alcalinidad creciente está representada por valores intrínsecamente mayores, definido formalmente como el logaritmo negativo en base 10 de la actividad de iones de hidrógeno convencional;
- 45 “polímero” significa un material orgánico que contiene unidades o grupos moleculares repetidos enlazados, dispuestos de forma regular o irregular;
- “polimérico” significa que contiene un polímero y, opcionalmente, otros ingredientes;
- 50 “material polimérico formador de fibras” significa una composición que contiene un polímero, o que contiene monómeros que pueden producir un polímero, y que posiblemente contienen otros ingredientes, y que se pueden conformar en fibras sólidas;
- “afinidad de protones” o “PA” significa el valor de signo contrario del cambio de entalpía cuando un protón se une a una molécula, en kilojulios por mol (kJ/mol) (kilocalorías por mol [kcal/mol]);
- 55 “factor de calidad” significa el factor de calidad QF determinado según el ensayo del factor de calidad que se define más adelante;
- 60 “cuasi-permanente” significa que la carga eléctrica se encuentra en el artículo en condiciones atmosféricas normales (22 °C, 101.300 Pascales de presión atmosférica, y un 50 % de humedad) durante un periodo de tiempo lo suficientemente largo para que sea significativamente mensurable;
- “agua” significa H₂O; y
- 65 “potencial zeta” significa la diferencia de potencial eléctrico (es decir, el potencial electrocinético) a corriente eléctrica cero, causado por el flujo de líquido bajo un gradiente de presión.

Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un nuevo método para fabricar artículos electret. El método comprende: (a) proporcionar un artículo polimérico a cargar; y (b) poner en contacto el artículo polimérico a cargar con un líquido acuoso que tiene un pH y conductividad de la siguiente forma: (i) si el artículo tiene un potencial zeta inferior a -7,5 milivoltios (mV), entonces el agua en contacto tiene una conductividad de aproximadamente 5 a 9000 microSiemens por centímetro (microS/cm) y un pH mayor de 7; y (ii) si el artículo tiene un potencial zeta mayor de -7,5 mV, entonces el agua en contacto tiene una conductividad de aproximadamente 5 a 5500 microSiemens por centímetro (microS/cm) y un pH de 7 o menos. El artículo se puede secar activamente (con vacío o calor) o pasivamente (secado por suspensión) o combinaciones de los mismos.

El método inventivo proporciona una nueva receta para fabricar un artículo electret, que si se sigue, permite mejorar la capacidad de filtración a conseguir para los artículos electret adaptados a dichos fines. Los inventores han descubierto que se pueden conseguir mejoras en la filtración, medidas por el conocido parámetro de factor de calidad (QF), cuando se carga el artículo con un líquido acuoso que se selecciona para que tenga una conductividad y un pH en función del potencial zeta. Los inventores han descubierto además que la afinidad de protones (PA) y la entalpía de desprotonación (ΔH_{dp}) también tienen un papel cuando se utilizan determinados aditivos en el material polimérico que comprende el artículo electret. Una capacidad de filtración mejorada es una ventaja, ya que se puede usar menos medio filtrante para conseguir el mismo grado de filtración. Un nivel de carga mejorado, o una distribución de carga más óptima en el artículo resultante electret pueden ser los responsables del comportamiento mejorado.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista en perspectiva frontal de una máscara **10** respiratoria desechable que puede usar el medio filtrante de electret de la presente invención.

La Fig. 2 es una sección transversal del cuerpo **12** de la máscara ilustrada en la Fig. 1, que muestra la capa **20** de filtro fibroso de electret.

La Fig. 3 es una vista en perspectiva frontal de una máscara respiratoria **24** que tiene un cartucho **28** de filtración que puede incluir el medio filtrante de electret de la presente invención.

La Fig. 4 es una ilustración de un artículo **40** electret no fibroso que se puede usar con respecto a la presente invención.

La Fig. 5 es una sección transversal lateral parcial de un aparato útil para fabricar una banda de microfibra no tejida.

La Fig. 6 es una vista en perspectiva de un aparato para chorro a presión de líquido que se puede usar para fabricar los artículos electret con respecto a la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

Para describir realizaciones preferidas de la invención, se utilizará terminología específica en aras de la claridad. No se pretende, sin embargo, que la invención quede limitada a los términos específico así seleccionados, y se debe entender que cada término así seleccionado incluye todos los términos equivalentes que funcionan de manera similar.

Para llevar a la práctica la presente invención, los artículos electrets se pueden fabricar proporcionando en primer lugar el artículo a cargar y después poniendo en contacto el artículo con un líquido acuoso que tiene una conductividad y un pH que varían dependiendo del potencial zeta del artículo a cargar. Si el artículo a cargar tiene un potencial zeta mayor de -7,5 milivoltios, entonces el líquido acuoso en contacto tendrá una conductividad de 5 a 5500 microSiemens/cm y un pH de 7 o menos. Y si el potencial zeta es menor o igual de -7,5 milivoltios, entonces el líquido acuoso tendrá una conductividad de 5 a 9000 microSiemens/cm y un pH mayor de 7. Si el artículo polimérico contiene un aditivo aromático amino N-sustituido que tenga una afinidad de protones mayor de aproximadamente 963 kJ/mol (230 kcal/mol), y una entalpía de desprotonación mayor de aproximadamente 1403 kJ/mol (335 kcal/mol) y una afinidad de protones menor de aproximadamente 963 kJ/mol (230 kcal/mol), entonces el líquido acuoso tendrá un pH de 7 o menos y una conductividad de 5 a 5500 microS/cm. Y si el artículo polimérico contiene un aditivo aromático amino N-sustituido que tenga una entalpía de desprotonación menor de aproximadamente 1403 kJ/mol (335 kcal/mol), entonces el líquido acuoso tendrá un pH mayor de 7 y una conductividad de 5 a 9000 microS/cm. El valor de pH y conductividad deseados del líquido acuoso se puede modificar para transmitir carga de acuerdo con la invención controlando el tipo y la concentración de diferentes especies químicas en el agua. Por ejemplo, tanto el pH como la conductividad de una solución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH) se puede aumentar gradualmente añadiendo más cantidad de hidróxido de sodio al agua. El valor de pH de una solución acuosa de ácido acético (CH_3COOH) puede disminuirse gradualmente, y su conductividad aumentarse gradualmente, mediante la adición de ácido acético al agua. El pH del líquido acuoso se puede mantener constante, mientras que la conductividad se puede ajustar mediante la adición de una cantidad constante de hidróxido de sodio (NaOH) para controlar el pH y variando la cantidad de cloruro de sodio neutro (NaCl) para controlar la conductividad. En un proceso continuo, el pH y la conductividad se pueden medir de forma continua durante periodos de tiempo prolongados, especialmente cuando llega un nuevo suministro de líquido acuoso.

El método del solicitante para fabricar los artículos electret permite buen comportamiento de los artículos electret a preparar, cuyo comportamiento puede ser especialmente beneficioso para artículos que se utilizan en aplicaciones de filtración. Los artículos electret que se fabrican con respecto a la presente invención pueden tomar diferentes formas y configuraciones. Los artículos pueden ser sólidos, porosos, fibrosos, etc.

Los artículos fibrosos adecuados para su uso en la presente invención se pueden fabricar mediante diferentes técnicas, incluidos procesos de tendido al aire, procesos de tendido en húmedo, hidroentrelazado, procesos no tejidos de filamentos, y procesos de fusión-soplado como se describe en Van A. Wenté, *Superfine Thermoplastic Fibers*, 48 INDUS. ENGN. Chem. 1342-46 y en el Informe n.º 4364 del Naval Research Laboratories, publicado el 25 de mayo de 1954, y titulado *Manufacture of Super Fine Organic Fibers* de Van A. Wenté y col. Los artículos fibrosos pueden estar en forma de banda, fabricarse usando combinaciones de estas técnicas y combinaciones de dichas fibras. Las microfibras, especialmente las microfibras fundidas por soplado, son especialmente adecuadas para su uso en bandas fibrosas que se usan como filtros. Tal como se utiliza en el presente documento, "microfibra" significa fibra(s) que tienen un diámetro eficaz de aproximadamente 25 micrómetros o menos. El diámetro eficaz de la fibra se puede calcular mediante la ecuación número 12 de Davies, C.N., *The Separation of Airborne Dust and Particles*, Inst. Mech. Engn., London Proc. IB (1952). En aplicaciones de filtración, las microfibras suelen tener un diámetro eficaz de la fibra de menos de 20 micrómetros, de forma más típica, de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 micrómetros. También se pueden usar fibras fabricadas a partir de películas fibriladas — véanse, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos RE30.782, RE32.171, US-3.998.916 y US-4.178.157 de Van Turnout. Las bandas no tejidas que se fabrican mediante el proceso de la presente invención pueden presentar factores de calidad que superan 1,0, 1,2, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 2,0, 2,3, 2,4, y 3,4. Una banda de material no tejido de electret preparada según la invención mostrará un factor de calidad mayor de 15 %, de forma más típica mayor de 50 %, con respecto al mismo artículo no fabricado de acuerdo con el método inventivo.

Las fibras cortadas también se pueden combinar con las microfibras para mejorar el esponjado de la banda, es decir, para reducir su densidad. Reducir la densidad de la banda puede disminuir la caída de presión a través de la banda, haciendo que sea más fácil que el aire atraviese el filtro. Una menor caída de presión es especialmente deseable en dispositivos de protección respiratoria personal porque hace que el respirador sea más cómodo de llevar. Cuando la caída de presión es menor, se requiere menos energía para impulsar el aire a través del filtro. El portador de un respirador que lleva una máscara de presión negativa — es decir, un respirador que requiere una presión negativa desde los pulmones del portador para impulsar el aire a través del filtro — no tiene por qué trabajar tan duro, de esta forma, para respirar aire filtrado. Un menor requisito de energía también puede ser beneficioso en sistemas alimentados con energía eléctrica para disminuir los costes asociados con la alimentación del ventilador y para prolongar la batería en sistemas alimentados por batería. En un filtro fibroso de material no tejido típico, está presente una cantidad no superior al 90 por ciento en peso de fibras cortadas, de forma más típicas, no superior a aproximadamente 70 por ciento en peso. Frecuentemente, el resto de las fibras son microfibras. Los ejemplos de bandas que contienen fibras cortadas se describen en la patente US-4.118.531 de Hauser.

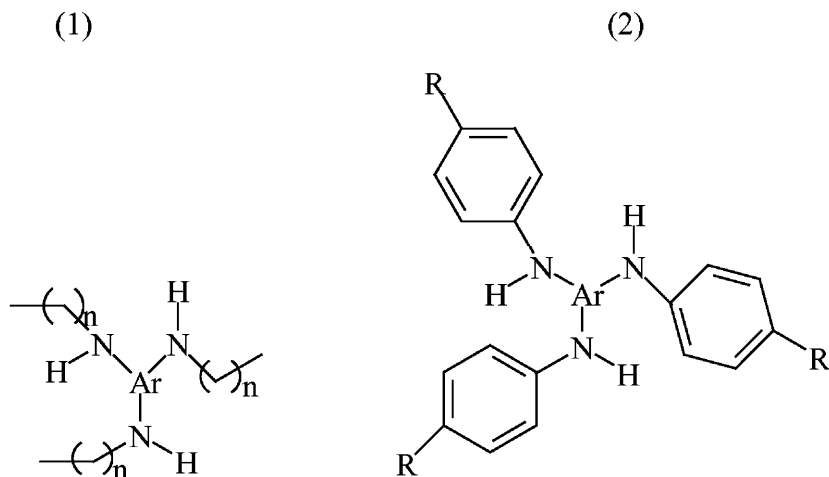
El material activo en forma de partículas también se puede incluir en las bandas de electret para varios fines, incluidos fines sorbentes, fines catalíticos, y otros. La patente US-5.696.199 de Senkus y col., por ejemplo, describe varios tipos de materiales activos en forma de partículas que pueden ser adecuados. El material activo en forma de partículas que tiene propiedades sorbentes — tal como carbón activado o alúmina — se pueden incluir en la banda para eliminar los vapores orgánicos durante las operaciones de filtración. El material activo en forma de partículas puede estar presente en la banda en cantidades de hasta aproximadamente el 95 por ciento en volumen. Los ejemplos de bandas de material no tejido con partículas cargadas se describen, por ejemplo, en las patentes US-3.971.373 de Braun, US-4.100.324 de Anderson, y US-4.429.001 de Kolpin y col.

Los polímeros que pueden ser adecuados para su uso en la producción de los artículos electret incluyen polímeros termoplásticos orgánicos no conductores. Estos polímeros generalmente son capaces de retener una elevada cantidad de carga atrapada y pueden procesarse en forma de fibras, tales como mediante un aparato de soplado por fusión o un aparato de ligado por hilado. El término "orgánico" significa que la cadena principal del polímero comprende átomos de carbono. Los polímeros preferidos incluyen poliolefinas, tales como polipropileno, poli-4-metil-1-penteno, mezclas o copolímeros que contienen uno o más de estos polímeros, y combinaciones de estos polímeros. Otros polímeros pueden incluir polietileno, otras poliolefinas, perfluoropolímeros, poli(cloruros de vinilo), poliestirenos, policarbonatos, tereftalato de polietileno, otros poliésteres, tales como poliláctido, y combinaciones de estos polímeros y opcionalmente se pueden usar otros polímeros no conductores como material polimérico formador de fibras o para producir otros artículos electret.

Los artículos poliméricos utilizados para producir los artículos electret con respecto a la presente invención también se pueden extrudir o conformarse de otra forma para tener múltiples componentes poliméricos — véase la patente US-4.729.371, de Krueger y Dyrud y las patentes US-4.795.668 y US-4.547.420 de Krueger y Meyer. Los diferentes componentes poliméricos se pueden disponer concéntrica o longitudinalmente a lo largo de la longitud de la fibra para crear, por ejemplo, una fibra bicomponente. Las fibras se pueden disponer para formar una banda "macroscópicamente homogénea", especialmente, una banda que está hecha de fibras que tienen la misma composición general.

Las fibras fabricadas a partir de materiales poliméricos también pueden contener otros aditivos adecuados. Los posibles aditivos 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 las patentes US-6.268.495, US-5.976.208, US-5.968.635, US-5.919.847, y US-5.908.598 de Rousseau y col. Otro aditivo conocido por potenciar los artículos electret cargados mediante chorros de agua es Chimassorb™ 944 LF (poli[[6-(1,1,3,3-tetrametilbutil) amino]-s-triazina-2,4-diilo][[(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil) imino] hexametileno [(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil) imino]]), comercializado por Ciba Specialty Chemicals, Inc. Los aditivos pueden ser compuestos de aminas aromáticas N-sustituídas, especialmente compuestos triaminosustituídos que tienen, por ejemplo, las Fórmulas (1) o (2) definidas a continuación:



donde Ar es un grupo aromático trivalente sustituido por de cero a 3 átomos de nitrógeno, n es un número entero de 1 a 20; y cada R independiente puede ser un grupo que tiene menos de aproximadamente 20 átomos no metálicos diferentes de hidrógeno. Cada R, por ejemplo, puede ser individualmente: hidrógeno; halógeno, por ejemplo, flúor; hidroxilo; alquilo que tiene hasta 20 átomos de carbono, por ejemplo, metilo, etilo, propilo, butilo, etc.; alquilos sustituidos con halógenos tales como trifluorometilo; alcoxi que tiene de 1 a 20 átomos de carbono tal como metoxi; éster que tiene de 2 a 20 átomos de carbono tal como metoxycarbonilo; aminas sustituidas que contienen de 2 a 20 átomos de carbono tales como metilamina; y nitro. Los aditivos cargados que cumplen estas fórmulas se definen más adelante en la sección de ejemplos. Otros ejemplos de aditivos potenciadores de la carga se proporcionan en la solicitud de patente con número de serie 61/058.029, titulada *Charge-Enhancing Additives For Electrets* presentada el mismo día que esta solicitud de patente (n.º de caso del representante 64263US002) y en la solicitud de patente con número de serie 61/058.041, titulada *Electret Webs With Charging-Enhancing Additives* (n.º de caso del representante 64170US002). De forma típica, los aditivos están presentes en el artículo polimérico en aproximadamente 0,1 % a 5 % en peso, de forma más típica en aproximadamente 0,25 % a 2 % en peso.

Otros aditivos incluyen estabilizadores de la luz, antioxidantes primarios y secundarios, desactivadores de metales, aminas impedidas, fenoles impedidos, sales metálicas de ácidos grasos, fosfitos de triéster, sales de ácido fosfórico, compuestos que contienen flúor, melaminas, y los aditivos mencionados en la solicitud provisional con número de serie US-60/992745, la publicación US-2007/0180997 de Leir y col, la patente US-5.057.710 de Nishiura y col, publicación japonesa n.º 2002212439, publicación japonesa n.º 2005131485.

Las fibras que contienen aditivos se pueden interrumpir tras conformarse en una mezcla fundida caliente de polímero y aditivo — seguido por etapas de recocido y carga — para crear un artículo electret. Se puede transmitir al artículo una capacidad de filtración mejorada fabricando el artículo electret de esta manera — véase la patente US-6.068.799 de Rousseau y col. Los artículos electret también se pueden fabricar para tener un bajo nivel de hidrocarburos extraíbles (<3,0 % en peso) para mejorar la capacidad de carga — véase la patente US-6.776.951 de Rousseau y col.

EL material polimérico que se utiliza para producir un artículo electret de acuerdo con el método de la invención puede tener una resistividad volumétrica de 10^{14} ohm-cm o más a temperatura ambiente. La resistividad volumétrica puede ser también de aproximadamente 10^{16} ohm-cm o mayor. La resistividad del material polimérico formador de fibras se puede medir según el ensayo normalizado ASTM D 257-93. El material polimérico formador de fibras usado para fabricar los artículos electret tales como las fibras fundidas por sopado también debe estar prácticamente exento de componentes tales como agentes antiestáticos; dichos agentes podrían aumentar la conductividad eléctrica o interferir de otra forma con la capacidad del artículo electret para aceptar y contener cargas electrostáticas.

Los artículos electret que comprenden bandas fibrosas poliméricas de material no tejido para filtros respiratorios suelen tener un “gramaje” de aproximadamente 2 a 500 gramos por metro cuadrado (g/m^2), de forma más típica de aproximadamente 20 a 150 g/m^2 . El gramaje es la masa por unidad de superficie de banda de filtro. El espesor de dicha banda fibrosa polimérica de material no tejido es, de forma típica, de aproximadamente 0,25 a 20 milímetros (mm), más preferiblemente de aproximadamente 0,5 a 2 mm. 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 el artículo. El artículo inventivo puede incluir una distribución de carga generalmente uniforme en la totalidad de una banda fibrosa de material no tejido cargada, sin tener mucho en cuenta el gramaje, el espesor, o la solidez.

- 5 Los artículos electret inventivos se pueden usar en máscaras de filtración que están adaptadas para cubrir al menos la nariz y la boca de un portador.

La Fig. 1 ilustra un ejemplo de una máscara **10** facial de filtrado que se pueden construir para contener una banda de material no tejido eléctricamente cargada que se produce según la presente invención. La porción **12** del cuerpo generalmente en forma de copa se puede moldear en una forma que encaje sobre la nariz y la boca del portador. La porción **12** del cuerpo es porosa, para que el aire inhalado pueda pasar a su través. El medio de filtro electret se coloca en el cuerpo **12** de la máscara (normalmente, sobre prácticamente todo el área superficial) para eliminar los contaminantes del aire inhalado. Un clip **13** para la nariz adaptable se puede colocar sobre el cuerpo de la máscara para mantener un buen ajuste sobre la nariz del portador. El clip para la nariz puede ser un clip “en forma de M” como se describen en las patentes Des. US-412.573 y US-5.558.089 de Castiglione. Se puede proporcionar una tira o sistema **14** en forma de arnés para soportar el cuerpo **12** de la máscara sobre la cara del portador. Aunque en la Fig. 1 se ilustra un sistema de cinta doble, el arnés **14** puede utilizar solamente una tira **16**, y puede tener otras muchas configuraciones — véase, por ejemplo, la patente US-4.827.924 de Japuntich y col., US-5.237.986 de Seppalla y col., US-5.464.010 de Byram, US-6.095.143 de Dyrud y col., y US-6.332.465 de Xue y col. Se puede montar una válvula de exhalación sobre el cuerpo de la máscara para purgar rápidamente el aire exhalado del interior de la máscara — véanse las patentes US-5.325.892, US-5.509.436, US-6.843.248, US-6.854.463, US-7.117.868, y US-7.311.104 de Japuntich y col.; la patente US-RE37.974 de Bowers; y US-7.013.895, US-7.028.689, y US-7.188.622 de Martin y col.

La Fig. 2 ilustra un ejemplo de una sección transversal de un cuerpo **12** de la máscara. El cuerpo **12** de la máscara puede tener una pluralidad de capas, tal como se indican por los numerales **18**, **20**, y **22**. El medio de filtro electret puede estar soportado por otras capas, tales como capas de conformación que están fabricadas a partir de fibras térmicamente unidas, tales como fibras bicomponente que tienen un componente termoplástico exterior que permite que las fibras se unan a otras fibras en los puntos de intersección de entre las fibras. La capa **18** puede ser una capa de conformación exterior, la capa **20** puede ser una capa de filtración, y la capa **22** puede ser una capa de conformación interior. Las capas **18** y **22** de conformación soportan la capa **20** de filtración y proporcionan forma al cuerpo **12** de la máscara. Aunque el término “capas de conformación” se utiliza en la presente memoria descriptiva, las capas de conformación también pueden tener otras funciones que, en el caso de una capa exterior, puede tener incluso una función primaria, tal como proteger la capa de filtración y prefiltración de un corriente gaseosa. También, aunque se use el término “capa”, una capa puede incluir, en realidad, varias subcapas, montadas entre sí para obtener el espesor o el peso deseados. En algunas realizaciones, solamente se incluye una capa de conformación, generalmente la capa interna, en una máscara facial, aunque el conformado se puede llevar a cabo de forma más cómoda y duradera si se utilizan dos capas de conformación, por ejemplo, uno a cada lado de la capa de filtración, como se muestra en la Fig. 2. Los ejemplos de capa de conformación se describen en las siguientes patentes: US-4.536.440 de Berg, US-4.807.619 de Dyrud y col, US-5.307.796 de Kronzer y col, US-5.374.458 de Burgio, y US-4.850.347 de Skov. Aunque el cuerpo de la máscara ilustrado mostrado en las Figs. 1 y 2 tiene una configuración generalmente redondeada en forma de copa, el cuerpo de la máscara puede tener otras formas — véase, por ejemplo, la patente US-4.883.547 de Japuntich. Además, el cuerpo de la máscara puede comprender una banda de cubierta interior y/o exterior para proporcionar un contacto suave y cómodo con la cara del portador y/o para evitar que las fibras de las capas de conformación y filtración se suelten del cuerpo de la máscara— véase la patente US-6.041.782 de Angadjivand y col. La máscara respiratoria también puede tener un cuerpo de la máscara plano plegado (en lugar de un cuerpo de la máscara moldeado) — véase, por ejemplo, la patente US-6.394.090 de Chen y US-6.484.722 de Bostock y col.

La Fig. 3 ilustra otro respirador **24** que puede usar los artículos electret inventivos como filtro. El respirador **24** incluye un cuerpo **26** de máscara elastomérico que tiene un cartucho **28** de filtración fijado al mismo. El cuerpo **26** de la máscara incluye de forma típica una pieza **30** facial elastomérica que se ajusta de forma cómoda sobre la nariz y la boca de una persona. El cartucho **28** de filtración puede contener el medio de filtro electret fabricado según la presente invención para capturar contaminantes antes de que el portador los inhale. El elemento de filtración puede incluir el artículo de filtro electret polimérico por sí solo o junto con un filtro para gases tal como un lecho de carbón activo. Una cubierta o tamiz **32** poroso se puede proporcionar sobre el cartucho de filtración para proteger la superficie exterior del elemento de filtración. Los ejemplos de otros cartuchos de filtración donde se puede usar el medio de filtro electret inventivo se describen, por ejemplo, en un cartucho de filtración para un respirador, tal como el cartucho de filtración descrito en la patente US-Re.35.062 de Brostrom y col. o en la patente US-5.062.421 de Bums y Reischel. Como se muestra en dichas patentes, se pueden usar múltiples cartuchos de filtración. El cartucho también se puede extraer y sustituir. Además, el medio de filtro de la invención se puede usar en los cartuchos de filtración de respiradores de aire purificado alimentados eléctricamente (PAPR). Se muestran ejemplos de PAPR en las patentes US-6.666.209 de Bennett y col. y US-6.575.165 de Cook y col. Además, el medio de filtro inventivo se puede usar en cartuchos de filtración para capuchas de evacuación — véase la patente US-D480.476 de Martinson y col., y US-6.302.103, US-6.371.116, US-6.701.925 de Resnick.

La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva de una matriz **40** de medio de filtración. La estructura de la matriz **40** puede comprender múltiples canales de flujo **42** que tienen entradas **43** en un primer lado **44** de la matriz **40** y tiene salidas **46** en un segundo lado de la matriz **48**. Los canales de flujo se pueden definir mediante una capa **50** corrugada o microcorrugada y una capa **52** de tapón. La capa **50** ribeteada se puede unir a la capa **52** de tapón en uno o más picos o valles. Al apilar múltiples capas de elementos estructurados y planos, se puede conseguir una disposición con microcanales. Los canales de flujo tienden a tener una relación dimensional elevada, y las capas peliculares están preferiblemente cargadas eléctricamente para proporcionar al artículo **40** buena eficacia de captura. La caída de presión a través de la matriz **40** desde el primer lado **44** al segundo lado **48** es poco importante.

Los artículos no fibrosos electret que se usan con fines de filtración pueden tomar, por tanto, la forma de una película conformada, una superficie microestructurada, o una multitud de canales microestructurados. Los ejemplos de artículos no fibrosos electret se describen en US-6.752.889 de Insley y col., US-6.280.824 de Insley y col., US-4.016.375 de Van Turnout, y US-2.204.705 de Rutherford.

La carga electret se puede transmitir a los artículos poliméricos usando varios aparatos conocidos (o en desarrollo final). Los documentos que describen los aparatos de hidrocarga conocidos incluyen las patentes US-5.496.507, US-6.119.691, US-6.375.886, y US-6.783.574 de Angadjivand y col., la patente US-6.406.657 de Eitzman y col., y la patente US-6.743.464 de Insley y col.

El artículo que se va a cargar con respecto a la presente invención se pone en contacto con un líquido acuoso que tiene un pH y una conductividad que varían dependiendo del potencial zeta del artículo. El potencial zeta del artículo se puede medir utilizando el ensayo de potencial zeta que se describe más adelante. La conductividad del agua y el pH se pueden medir usando la Medición de la conductividad y la Medición del pH también definidos más adelante.

Los métodos de hidrocarga depositan carga tanto positiva como negativa en las fibras de tal forma que las cargas positivas y negativas quedan dispersas aleatoriamente por toda la banda. La dispersión aleatoria de la carga tiende a producir una banda no polarizada. Así, una banda fibrosa de electret no tejida producida mediante la carga con un líquido polar como el agua puede estar prácticamente no polarizada en un plano normal al plano de la banda. Las fibras que se han cargado de esta manera presentan idealmente la configuración de carga mostrada en las Figuras 5C de la patente US-6.119.691 de Angadjivand y col. Si la banda fibrosa también se somete a una operación de tratamiento corona, mostraría una configuración de carga similar a la configuración mostrada en la Figura 5B de esa patente. Una banda, formada a partir de fibras cargada exclusivamente mediante hidrocarga, tiene de forma típica una carga atrapada no polarizada en la totalidad del volumen de la banda. "Carga atrapada prácticamente no polarizada" se refiere a una banda fibrosa de electret que muestra menos de $1 \mu\text{C}/\text{m}^2$ de corriente de descarga detectable usando un análisis de corriente de descarga térmicamente simulable (TSDC), donde el denominador es la superficie específica del electrodo. Esta configuración de carga se puede mostrar sometiendo la banda a TSDC. Un ejemplo de un proceso de hidrocarga útil incluye hacer incidir chorros de agua o una corriente de gotículas de agua sobre el artículo a una presión y durante un periodo de tiempo suficientes para transmitir una carga electret potenciadora de la filtración a la banda, y a continuación secar el artículo — véase la patente US-5.496.507 de Angadjivand y col. La presión necesaria para optimizar la carga electret potenciadora de la filtración transmitida al artículo variará dependiendo del tipo de pulverizador utilizado, el tipo de polímero a partir del cual se forma el artículo, el tipo y concentración de aditivos añadidos al polímero, y el espesor y la densidad del artículo. Son adecuadas presiones de aproximadamente 10 a aproximadamente 500 psi (69 a 3450 kPa). 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.

El pretratamiento o tratamiento posterior con corona también se puede utilizar junto con el aparato de hidrocarga anteriormente descrito — véanse las patentes US-RE30.782; 31.285 y 32.171 de van Tumahout, y las patentes US-4.375.718 y US-5.401.446 de Wadsworth y col., la patente US-4.588.537 de Klasse y col., y la patente US-4.592.815 de Nakao. Los electrets formados mediante los métodos descritos en el presente documento son adecuados para su uso como, por ejemplo, elementos electrostáticos en dispositivos electroacústicos tales como micrófonos, auriculares y altavoces, filtros para fluidos, dispositivos de control de partículas de polvo en, por ejemplo, generadores electrostáticos de alta tensión, registradores electrostáticos, respiradores (p. ej., prefiltros, botes y cartuchos reemplazables), calefacción, ventilación, aire acondicionado, y máscaras faciales.

Las bandas de microfibras no tejidas útiles en la presente invención se puede preparar usando un aparato como el que se muestra en la Fig. 5. Dicho aparato incluye una matriz **60** que tiene una cámara **61** de extrusión a través de la que se hace avanzar el material formador de fibras licuado. Los orificios **62** de la matriz pueden estar dispuestos en línea a través del extremo anterior de la matriz y a través de los que se extrude el material formador de fibras. Un gas, normalmente aire calentado, se puede forzar a alta velocidad a través de orificios **63** de gas colaboradores. La corriente gaseosa de alta velocidad extrae y atenúa el material formador de fibras extrudido, por lo cual el material formador de fibras solidifica en forma de microfibras durante su desplazamiento hasta un colector **64** para formar la banda **65**.

Cuando hay fibras cortadas presentes en la banda, estas se pueden introducir mediante el uso de un rodillo lamedor **66** situado por encima del aparato de soplado de microfibras que se muestra en la Fig. 5. Una banda **67** de fibras cortadas, normalmente una banda suelta de material no tejido tal como se prepara en un granate o aparato RANDO-WEBBER, se propulsa a lo largo de la tabla **68** bajo el rodillo **69** de impulsión donde el borde anterior encaja contra el rodillo

lamedor **66**. El rodillo lamedor **66** captura las fibras del borde anterior de la banda **67** separando las fibras entre sí. Las fibras recogidas se transportan en una corriente de aire a través de un conducto **70** inclinado o lineal y al interior de la corriente de microfibras sopladas donde se mezclan con las microfibras sopladas. Cuando la materia en forma de partículas se va a introducir en la banda, este se puede añadir usando un mecanismo de carga similar al conducto **70**.

La hidrocarga se puede llevar a cabo poniendo en contacto la banda con un líquido acuoso suficiente para proporcionar la banda con una carga electret potenciadora de la filtración. El pH y la conductividad del líquido acuoso se seleccionan en función del potencial zeta del artículo. El contacto con el líquido acuoso se puede conseguir mediante pulverización, remojo, condensación, etc., del líquido acuoso sobre el artículo polimérico a cargar. Si se utiliza un pulverizador, la presión necesaria para obtener resultados óptimos puede variar dependiendo del tipo de pulverizador utilizado, el tipo de polímero a partir del cual se forma el artículo, el espesor y la densidad del artículo, y si se realiza un pretratamiento tal como un tratamiento con una descarga corona antes de la hidrocarga. En general, son adecuadas presiones en el intervalo de aproximadamente 10 a 500 psi (69 a 3450 kPa). El líquido acuoso se selecciona para tener una conductividad de aproximadamente 5 a 9000 microS/cm, cuando el potencial zeta del artículo es de -7,5 mV o menos. Cuando el potencial zeta es mayor de -7,5 mV, entonces el líquido en contacto tiene una conductividad de aproximadamente 5 a 5500 microS/cm. En cualquiera de las situaciones, la conductividad normalmente sería aproximadamente 7 a 3000 microS/cm, e incluso de 10 a 1000 microS/cm. Cuando la conductividad tiene valores menores, existe una mayor variabilidad relativa del proceso para mantener una conductividad diana, que en un proceso continuo. De esta forma, por ejemplo, si la conductividad es de 7 microS/cm, puede existir una variabilidad de aproximadamente más o menos (+/-) 4 microS/cm. La misma variabilidad se puede mostrar a conductividades mayores (por ejemplo >100) pero la diferencia porcentual es menor. Es preferible usar agua destilada o desionizada en lugar de agua del grifo. El líquido acuoso puede ser agua purificada, preparada mediante, por ejemplo, destilación, ósmosis inversa, o desionización en lugar de simplemente agua del grifo. Se prefiere el agua purificada porque el agua no pura puede contener impurezas orgánicas o inorgánicas no controladas que dificulten la carga eficaz de la fibra. El agua tiene un momento dipolar de aproximadamente $6,1716 \times 10^{-30}$ C/m (1,85 Debye) y tiene una constante dieléctrica de 78-80, y el líquido acuoso puede tener un momento dipolar de al menos $1,668 \times 10^{-30}$ C/m (0,5 Debye). El líquido acuoso contendrá al menos 40 %, de forma más típica 60 %, y de forma aún más típica 80 % de agua en volumen. Preferiblemente, el líquido acuoso contendrá prácticamente el 100 % de agua en volumen. El líquido acuoso de carga puede ser esencialmente agua pura que contiene una pequeña cantidad de otros ingredientes o aditivos. La conductividad, la inversa de la resistencia eléctrica, se puede medir utilizando un medidor de conductividad y se describe en micro Siemens/centímetro.

Los chorros de líquido o corrientes de gotículas de líquido pueden proporcionarse mediante prácticamente cualquier medio de pulverización adecuado. Los aparatos útiles para hidroentrelazar las fibras son generalmente útiles en el método de la presente invención, aunque la operación se lleva a cabo a presiones más bajas durante la hidrocarga de lo que utilizada por lo general en el hidroentrelazado.

La Fig. 6 muestra un ejemplo de un medio de pulverización adecuado donde una banda fibrosa **65** se transporta sobre un medio **72** de soporte bajo chorros **74** de fluido. El medio de transporte puede estar en forma de una cinta, preferiblemente porosa, tal como una malla o una tela. Los chorros **74** de fluido surgen de un cabezal **76** de chorro para incidir sobre la banda **65** en los puntos **78'** de incidencia. Se puede proporcionar un vacío bajo un soporte poroso para ayudar en el paso del líquido acuoso a través de la banda y reducir los requisitos de energía de secado.

Otros ejemplos de medios de pulverización adecuados para su uso en el método de la presente invención incluyen nebulizadores, donde el líquido acuoso, proporcionado mediante la línea de fluido, y aire presurizado, proporcionado por la línea de aire, se suministran a una boquilla para proporcionar una niebla atomizada que incide sobre el artículo a cargar, y pulverizadores de bomba donde una bomba fuerza el líquido proporcionado por el medio de suministro hacia la boquilla para proporcionar una niebla atomizada. En la patente US-6.119.691 de Angadjivand y col. se proporciona una descripción adicional de este método. De forma alternativa, el artículo a cargar se puede poner en contacto con un líquido acuoso mediante el uso de otros aparatos diferentes, incluido el aparato descrito en US-6.406.657 de Eitzman y col., US-6.375.886 de Angadjivand y col., US-6.454.986 de Eitzman y col., y US-6.824.718 de Eitzman y col.

Ejemplos

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. de 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.

Medición de la conductividad

La conductividad de cada fluido de hidrocarga utilizado en cada Ejemplo o Ejemplo comparativo se midió a temperatura ambiente con un conductímetro ORION 3-Star (Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA). Otros instrumentos medidores de la conductividad pueden proporcionar resultados equivalentes.

Medición del pH

El pH de cada fluido de hidrocarburo utilizado en cada Ejemplo o Ejemplo comparativo se midió a temperatura ambiente con un pH-metro ORION 3-Star con compensación automática de la temperatura, con un electrodo combinado Triode pH/ATC (ambos de Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA); (otros pH-metros pueden proporcionar resultados equivalentes). Como se describe en la bibliografía (norma ASTM D 5464 - 07, método normalizado para medición del pH en aguas de baja conductividad; norma ASTM D 5128-90(2005) método normalizado para medición del pH en línea en aguas de baja conductividad; "Back to Basics- Measuring pH in High Purity Water", W.F. Harfst, *Ultrapure Water*, Oct. 1994, p 75.) la medición del pH en aguas de alta pureza puede constituir un desafío debido a su baja conductividad y débil señal eléctrica resultante, además de su susceptibilidad a la contaminación ambiental, especialmente la debida al CO₂. Como se sugiere en la norma ASTM D 5464-07, las mediciones del pH en soluciones con conductividades inferiores a 2 microS/cm suponen un desafío especial. En la práctica, las mediciones de pH a baja conductividad (< 100 microS/cm) deberían realizarse en línea justo antes de ponerse en contacto con el artículo a cargar, como se recomienda en la norma ASTM D5128-90(2005) para evitar la contaminación ambiental. Las mediciones del pH continuas se prefieren en procesos de carga continua. En el presente documento, las mediciones se van a tomar tan rápido como sea posible después de preparar cada fluido de hidrocarburo, para minimizar los efectos indicados anteriormente; sin embargo, teniendo en cuenta el desafío que supone medir el pH a baja conductividad, para un líquido de carga con conductividades a medir de 2 microS/cm o menos, las mediciones del pH se consideraron solamente como valores nominales.

Ensayo de afinidad de protones

Los métodos de química computacional se conocen como la teoría funcional de la densidad, (DFT), (Kohn, W., 71 *Rev. Mod. Phys.*, 1253 (1999)). Los inventores utilizan el formalismo de Kohn- Sham (Kohn, W.; Sham, L. J., 140 *Phys. Rev.*, A1 133 (1965)) según se implementa en NWChem versión 5.0 (Bylaska, E. J. y col. *NWChem, A Computational Chemistry Package for Parallel Computers*, Versión 5.0 (2006), Pacific Northwest National Laboratory, Richland, Washington 99352-0999, EE. UU.) y los detalles del cálculo se definen mediante correlación funcional de intercambio específico y con un conjunto base de un electrón (Hehre, W. J.; Radom, L.; Schleyer, P. v. R.; Pople, J. A. *Ab Initio Molecular Orbital Theory*, Wiley: New York (1986)). Los autores utilizan la notación convencional de la barra para definir el método específico (Foresman, J. B.; Frisch, A. E. in *Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods* 2^a Ed., (1996)). Por ejemplo, el método informático, B3LYP/MIDI!, significaría que los autores utilizan la correlación funcional de intercambio B3LYP (Stephens, P. J.; Devlin, F. J.; Chabalowski, C. F.; Frisch, M. J., 98 *J. Phys. Chem.* 11623 (1994) y el conjunto base de un electrón MIDI! (Easton, R. E.; Giesen, D. J.; Welch, A.; Cramer, C. J.; Truhlar, D. G. 93 *Theor. Chem. Acc.* 1432 (1996)). Los requisitos informáticos de un cálculo están determinados en gran medida por el tamaño del conjunto base de un electrón, donde un conjunto base más grande frecuentemente es más preciso, pero prohibitivamente caro. Uno de los desafíos de la química computacional es determinar qué nivel de teoría, es decir, correlación funcional-intercambio y conjunto base, produce resultados aceptables en una cantidad razonable de tiempo.

Se pueden calcular muchas propiedades usando los métodos DFT. Las propiedades que calcularon los inventores son la energía electrónica, la geometría molecular y los modos vibracionales. La geometría molecular se calculó minimizando la energía electrónica del sistema con respecto a las coordenadas nucleares. Las frecuencias vibracionales se calcularon minimizando primero la geometría y calculando las segundas derivadas con respecto a las coordenadas nucleares. Los cálculos vibracionales son importantes para calcular las correcciones del punto cero vibracional y la energía térmica. Los cálculos de las frecuencias vibracionales y de la geometría son más exigentes, desde el punto de vista informático, que los cálculos de energía. De esta forma, los inventores utilizan un conjunto base más pequeño para optimizar la geometría y calcular las frecuencias armónicas.

La afinidad de protones, (Gal, J.-F.; Maria, P.-C.; Raczyńska, E. D., 36 *J. Mass Spectrom.* 699 [2001]) PA, se calculó usando la teoría funcional de la densidad, DFT. PA es una propiedad termodinámica de fase gaseosa definida como:

PA = la entalpía liberada cuando un protón de une a una molécula.



Es importante resaltar que la PA es el negativo del cambio de entalpía de un proceso de protonación; por tanto, un valor PA más grande corresponde a un proceso más exotérmico.

Las moléculas pueden tener más de un sitio de protonación; así, todos los posibles sitios se examinaron, y se notifica el valor PA del sitio más básico, donde el sitio más básico se define como el sitio con mayor PA.

Todos los cálculos se llevaron a cabo con NWChem versión 5.0. El PA se calcula mediante el siguiente procedimiento (etapas 1-7) relacionado a continuación, y se calcula para T=298,15 K.

(1) Optimizar la geometría de la molécula neutra con el B3LYP funcional y el conjunto base MIDI!.

(2) Calcular las frecuencias armónicas para la geometría optimizada usando el método B3LYP/MIDI! Estas frecuencias se utilizan para calcular las correcciones de energía térmica y de punto cero, que se denotan E_T y E_{ZPE}, respectivamente.

(3) La energía electrónica se calcula con la PW6B95 funcional (Zhao, Y.; Truhlar, D., 109 *J. Phys. Chem. A* 5656 (2005) y el conjunto base 6-31+G(d,p) (Hehre, W. J.; Radom, L.; Schleyer, P. v. R.; Pople, J. A., *Ab Initio Molecular Orbital Theory*, Wiley: New York (1986)) para la geometría que se optimizó en (1). Esta energía se denota como E_{elec} .

(4) La energía total de la molécula neutra, E_N , es $E_N = E_{\text{elec}} + E_T + E_{\text{ZPE}}$.

(5) Los términos $E_{\text{elec}} + E_T$, y E_{ZPE} se calculan para las especies protonadas siguiendo las etapas 1-4, y la energía de las especies protonadas, E_P , se calcula como $E_P = E_{\text{elec}} + E_T + E_{\text{ZPE}}$.

(6) Un protón desnudo no tiene energía electrónica o de punto cero, pero tiene una energía térmica igual a $5/2RT$, donde R es la constante universal de los gases y T es la temperatura. Así, la energía de un protón, $E_{H^+} = 5/2RT$.

(7) Como se describe en la ec. 1, $PA = E_{H^+} + E_N - E_P$.

Los métodos que se seleccionaron se habían validado para un conjunto de PA experimentales. Los datos experimentales se tomaron de NIST Webbook (Lias, S.; Bartness, J. E., *Gas Phase Ion Thermochemistry* in NIST Chemistry WebBook, NIST Standard Reference Database Number 69, Eds. P.J. Linstrom y W.G. Mallard, June 2005, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD, 20899 (<http://webbook.nist.gov>) y se relacionan en la Tabla 1. Los datos se seleccionaron por la diversidad de la estructura química y no por la exactitud de la medición. En múltiples casos, los errores experimentales son mayores que los errores calculados. Sin embargo, se incluyeron los datos. El tamaño del conjunto de datos también se ve limitado al no incluir estructuras químicas redundantes. Por ejemplo, se incluyeron los datos de CH_3NH_2 , pero todos los datos experimentales de $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{NH}_2$ ($n \geq 1$) quedaron excluidos. Al excluir los datos redundantes, la base de datos no pondera injustamente ningún tipo de molécula; de esta forma, la validación es más objetiva. Los valores calculados para PA se proporcionan en la Tabla 1, junto con el error promedio sin signo (también conocido como “desviación absoluta media”), MUE, según el método PW6B95/6-31+G(d,p). El MUE para PA es 7,5 kJ/mol (1,8 kcal/mol). Se espera que este error se reduzca adicionalmente aumentando el conjunto base y/o mejorando la geometría.

Determinación de la entalpía de desprotonación:

La entalpía de desprotonación, (Gal, J.F.; Maria, P.-C.; Raczynska, E. D.; 36 *J. Mass Spectrom.* 699 (2001), ΔH_{dp} , también se calculó usando la teoría de densidad funcional, DFT. Las propiedades termodinámicas ΔH_{dp} en fase gaseosa se definen a continuación.

ΔH_{dp} = la entalpía necesaria para extraer un protón de una molécula.



En el caso de moléculas con varios protones ácidos, se analizaron todos los sitios de protonación, y se notifica el valor ΔH_{dp} del protón más ácido, donde el protón más ácido es el protón que tiene el valor de ΔH_{dp} más bajo.

Todos los cálculos se llevaron a cabo con NWChem versión 5.0. El ΔH_{dp} se calcula usando el siguiente procedimiento, y se calcula para $T = 298,15$ K.

1. E_N se calcula como se describe en la sección anterior.

2. Los términos E_{elec} , E_T , y E_{ZPE} se calculan para las especies desprotonadas según las etapas 1 - 4 de la sección anterior. La energía de las especies desprotonadas, E_D , se calcula como $E_D = E_{\text{elec}} + E_T + E_{\text{ZPE}}$.

3. Un protón desnudo no tiene energía electrónica o de punto cero, pero tiene una energía térmica igual a $5/2RT$, donde R es la constante universal de los gases y T es la temperatura. Así, la energía de un protón, $E_{H^+} = 5/2RT$.

4. Como se describe en la ecuación (2) anterior, $\Delta H_{\text{dp}} = E_N - E_D - E_{H^+}$.

Como para PA, los valores ΔH_{dp} se calibraron para un conjunto de datos experimentales que se tomaron del conjunto de datos NIST, y los datos se proporcionan en la Tabla 1. Los valores calculados de ΔH_{dp} también se proporcionan en la Tabla 1. El error promedio sin signo para los valores calculados es de 7,1 kJ/mol (1,7 kcal/mol), que es similar al error del PA calculado.

Tabla 1

Valores experimentales y calculados de PA y ΔH_{dp} en kcal/mol.

Molécula	PA		$\Delta H_{\text{desprotonación}}$	
	NIST	DFT	NIST	DFT
Ácido acético	187,3	189,2	$348,1 \pm 2,2$	347,5
Ácido p-aminobenzoico	206,7	210,9	$343,4 \pm 2,1$	344,6
2-Amino-fenol	214,8	216,3		
4-Amino-fenol			$352,5 \pm 2,1$	352,3
Amoníaco	204,0	206,8	$403,6 \pm 0,8$	407,3
Anilina	210,9	211,3	$366,4 \pm 2,1$	368,4
Benceno	179,3	182,7	$401,7 \pm 0,50$	402,0

Difenilamina			350,8 ± 2,1	352,2
Metano	129,9	130,7	418,0 ± 3,5	423,0
Metanol	180,3	180,5	382,0 ± 1,0	381,7
Metilamina	214,9	217,0	403,2 ± 0,8	404,6
N-Metil-Anilina	219,1	217,3	364,8 ± 2,1	366,6
2-Metil-Bencenamina	214,1	216,2	366,8 ± 2,1	368,8
3-Metil-piridina	225,5	227,2	377,9 ± 3,1	377,7
4-Metil-piridina	226,4	228,4	369,8 ± 5,1	371,8
N-Metil-Metanamina	222,2	223,2	395,1 ± 2,0	394,2
Piperidina	228,0	230,1		
Fenol	195,3	197,3	350,0 ± 2,0	348,0
Piridina	222,0	222,8	391,0 ± 2,5	392,1
p-Toluidina	214,3	214,7	367,3 ± 2,1	369,6
Triazina	202,9	201,2		
Trimetilamina	226,8	226,8		
N,N,4-Trimetil benzamida	221,6	225,9		
Agua	165,0	165,5	390,3	391,9
Error promedio sin signo		1,8		1,7

Tabla 1a

Valores experimentales y calculados de PA y ΔH_{dp} en kJ/mol.

5

Molécula	PA		$\Delta H_{desprotonación}$	
	NIST	DFT	NIST	DFT
Ácido acético	784,2	792,1	1457,4 ± 9,2	1454,9
Ácido p-aminobenzoico	865,4	883,0	1437,7 ± 8,8	1442,8
2-Amino-fenol	899,3	905,6		
4-Amino-fenol			1475,8 ± 8,8	1475,0
Amoniaco	854,1	865,8	1689,8 ± 3,3	1705,3
Anilina	883,0	884,7	1534,0 ± 8,8	1542,4
Benceno	750,7	764,9	1681,8 ± 2,1	1683,1
Difenilamina			1468,7 ± 8,8	1474,6
Metano	543,9	547,2	1750,1 ± 14,7	1771,0
Metanol	754,9	755,7	1599,4 ± 4,2	1598,1
Metilamina	899,7	908,5	1688,1 ± 3,3	1694,0
N-Metil-Anilina	917,3	909,8	1527,3 ± 8,8	1534,9
2-Metil-Bencenamina	896,4	905,2	1535,7 ± 8,8	1544,1
3-Metil-piridina	944,1	951,2	1582,2 ± 13,0	1581,4
4-Metil-piridina	947,9	956,3	1548,3 ± 21,4	1556,7
N-Metil-Metanamina	930,3	934,5	1654,2 ± 8,4	1650,4
Piperidina	954,6	963,4		
Fenol	817,7	826,1	1465,4 ± 8,4	1457,0
Piridina	929,5	932,8	1637,0 ± 10,5	1641,6
p-Toluidina	897,2	898,9	1537,8 ± 8,8	1547,4
Triazina	849,5	842,4		
Trimetilamina	949,6	949,6		
N.N,4-Trimetil benzamida	927,8	945,8		
Agua	690,8	692,9	1634,1	1640,8
Error promedio sin signo		7,5		7,1

Ensayo del potencial zeta

Para medir el potencial zeta, se usó en estos ejemplos un analizador EKA ELECTRO KINETIC ANALYZER, comercializado por Anton Paar GmbH, Graz, Austria. Otros instrumentos, mediante el uso del protocolo definido a continuación, deberían proporcionar mediciones comparables. La diferencia de potencial eléctrico a corriente eléctrica cero causada por el flujo de líquido bajo un gradiente de presión se puede medir a medida que el líquido fluye a través de un capilar, tampón, diafragma o membrana. La diferencia se puede medir entre los extremos del capilar, a través del tapón, o en lados opuestos del diafragma o membrana. Cuando una solución de electrolito se fuerza a través de un tapón poroso de material, se desarrolla un potencial de emisión debido al movimiento de los iones en la capa de difusión, y que se puede medir mediante un analizador electrocinético (EKA). El potencial de emisión se puede usar a continuación para calcular el potencial zeta como se describe a continuación. Una revisión general de las técnicas de medición electrocinética aparece en *Pure Appl Chem.*, Vol. 77, N.º 10, págs. 1753-1805, 2005. *Measurement And Interpretation Of Electrokinetic Phenomena* (informe técnico de la IUPAC).

El instrumento EKA incluye un analizador, una celda cilíndrica para muestra de 20 mm de diámetro, electrodos reversibles Ag/AgCl, y un sistema de control de datos. El analizador incluye una bomba para producir la presión necesaria para pasar una solución de electrolito, por lo general cloruro de potasio, desde un depósito, hasta la celda de medida que contiene una muestra del medio de filtro descrito en la presente memoria. Los sensores para medir la temperatura, caída de presión, conductividad y pH están colocados en el exterior de la célula. La solución de electrolito se bombea a través del material poroso. A medida que la solución de electrolito atraviesa la muestra, se produce un desplazamiento de carga. El potencial de emisión derivado y/o corriente de emisión se puede detectar mediante los electrodos situados en cada extremo de la muestra. El potencial zeta de la muestra se determina a continuación mediante un cálculo según el método de Fairbrother y Mastin (F. Fairbrother, H. Mastin, *Studies in electro- endosmosis*, 125 J. Chem. Soc. 2319-30 [1924]) que tiene en cuenta la conductividad del electrolito. El sistema EKA está controlado a distancia mediante un ordenador de adquisición de datos que ejecuta *Visiolab Control And Evaluation Software* versión 1.0. para el EKA también disponible de Anton Paar GmbH. El programa informático *Visiolab* incluye valores para la viscosidad dinámica corregida mediante la temperatura y la permisividad. El EKA se conectó a una unidad de valoración volumétrica remota (RTU) para realizar la valoración volumétrica mediante control informático. Se usó agua desionizada (DI) en cada ensayo, que se generó in situ usando un sistema de purificación de agua MILLI-Q PLUS Modelo ZD4011584-4 de cuatro cartuchos, de Millipore Corporation, Billerica, MA, usando un cartucho Organex-Q, que elimina los contaminantes orgánicos.

Se siguieron los procedimientos generales del Manual de operaciones del EKA, el Manual del Usuario y el Manual de instrucciones del VISIOLAB. Específicamente, cada muestra de banda a ensayar se plegó en una pila de 10 capas que posteriormente se cortó en un disco circular con un diámetro de 13/16 pulgadas (20,6 milímetros) que pesaba típicamente aproximadamente 0,2 gramos. Las muestras se manipularon con pinzas para minimizar la contaminación. Cada muestra se introdujo en una celda para muestra EKA, y se ajustaron 2 electrodos paralelos para que tuvieran una separación de aproximadamente 3 milímetros (mm), con cuidado de no apretar en exceso los tornillos de ajuste. Esto da como resultado una densidad aparente de aproximadamente 20 % de la densidad del polipropileno puro, que permite usar la técnica de análisis de Fairbrother y Mastin.

La celda de muestra se conectó a continuación a la unidad EKA, y se conectaron sus contactos eléctricos y conexiones de fontanería. Se añadieron aproximadamente 400 +/-20 mililitros (ml) de agua desionizada (DI) reciente al vaso de precipitados de depósito, que se agitó suavemente con una barrita agitadora durante el ensayo para garantizar la mezcla completa. La bomba del EKA se puso en modo "derivación" para llevar el agua en las conducciones del EKA mientras que el tubo de entrada y el conjunto de sonda se bajaban hasta el vaso de precipitados de depósito para evitar que la cubierta del vaso de precipitados entrara en contacto con el agua del vaso de precipitados. Tras rellenar la bomba del EKA y las conducciones asociadas, el agua se bombeó a través de la celda de muestra en direcciones alternantes para purgar el aire atrapado dentro de la celda de muestra del sistema y sacarlo del sistema. Como no hay forma de inertizar el sistema, salvo tapar el depósito de solución (es decir, sin purga de nitrógeno) puede que algo de dióxido de carbono del aire se incorpore con el tiempo. De esta forma, se realizó la mínima cantidad de purga de la muestra reciente para conseguir extraer la mayoría del aire, y el ensayo se inició tan rápido como fue razonable para minimizar la posibilidad de un aumento en la conductividad y una disminución del pH debido a la conversión del posible dióxido de carbono disuelto en ácido carbónico.

Se indican a continuación los parámetros de ensayo introducidos en el programa VISIOLAB:

Ajustes de la muestra:

Tipo de medición: Valoración volumétrica automática

Método de evaluación: Fairbrother-Mastin

Electrolito: KCl (acuoso)

Peso molecular: 18,02 g/mol

Concentración inicial: 0,001 Moles/litro (mol/l)

Volumen inicial: 400 ml

Viscosidad: H₂O

Constante dieléctrica: H₂O

Programa de presión:

Presión máx.: 0,05 Pascal (Pa, 500 milibares [mbar])

Tiempo: 60 s

Medida: Voltaje

Número de repeticiones: 2
 Programa de enjuagado:
 Presión máx.: 400 mbar
 Tiempo de derivación: 10 segundos (s)
 5 Tiempo de la célula: 15 s
 Número de repeticiones: 1
 Programa de valoración volumétrica automática:
 Tipo de valoración volumétrica: Conductividad
 Jeringa usada: RTUI Left (KCl (acuoso), 1,0 mol/l)
 10 Diferencia de conductividad deseada: 50 microS/cm
 Volumen inicial: 0,25 ml
 Uso de límites de conductividad
 Conductividad mínima: 1 microS/cm
 Conductividad máxima: 3000 microS/cm

15 El procedimiento de ensayo programado tiene un ciclo de purga automático para extraer adicionalmente aire del sistema. Se llevó a cabo una volumétrica automática de la conductividad, usando el programa de valoración volumétrica automática y una solución de KCl 1 mol/l. Así, el pH no se ajustó durante el ensayo, sin embargo, el pH medido estuvo comprendido de 4-6 durante un ensayo típico. El ensayo típico de la muestra se llevó a cabo con una etapa mínima de 50 microS/cm y un primer disparo de 0,25 ml de la solución de KCl 1 molar.

20 Antes de iniciar cada ensayo, se midió la conductividad de la solución inicial de la celda para garantizar que era inferior a 10 microS/cm para garantizar que el agua desionizada era realmente pura. Si se encontraba que la conductividad era mayor de 10 microS/cm, se suspendía el ensayo. Una vez que los parámetros del sistema se habían programado y comprobado adecuadamente, se inició el experimento. Un experimento completo tarda, de forma típica, 6-7 horas en completarse.

30 Tras finalizar cada ensayo, la celda de muestra se lava varias veces antes de extraerla del EKA con agua DI para eliminar el electrolito de alta conductividad remanente en el sistema a la finalización del ensayo, hasta lograr una medida de conductividad inferior a 20 microS/cm. La celda de muestra y el circuito en circulación se drenó para reducir el arrastre a la siguiente muestra. La celda de muestra, los electrodos y la muestra se retiraron, con cuidado de no rayar los electrodos de Ag/AgCl. Finalmente, la celda se volvió a purgar con agua DI antes de introducir la muestra reciente.

35 Evaluación del potencial zeta: El sistema EKA calcula el potencial zeta de la muestra a partir de la medición directa del potencial de emisión y de la conductividad eléctrica específica del electrolito aplicado usando el enfoque de Fairbrother-Mastin.

$$\zeta = \frac{dU}{dp} \cdot \frac{\eta}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0} \times 10^{-8}$$

40 Donde:
 ζ [mV] es el potencial zeta;
 dU/dp [mV/mbar] es la pendiente del potencial de emisión frente a la presión;
 η [mPa.s] es la viscosidad del electrolito;
 ε [As/Vm] es la constante dieléctrica del electrolito; y
 45 ε_0 [As/Vm] es la permisividad del vacío.

50 Los inventores adoptaron la convención de que el signo del potencial zeta de cada muestra de banda fibrosa era el del valor proporcionado por el instrumento EKA. Durante un barrido de conductividad tipo, el potencial zeta tiende inicialmente a aumentar o disminuir y, posteriormente, alcanza un valor meseta a medida que la magnitud de la conductividad de la solución de electrolito aumenta por encima de aproximadamente 500 microS/cm. El valor promedio de este nivel meseta del potencial zeta entre las conductividades de 1000 microS/cm y 2000 microS/cm se tomó como el valor de medición del potencial zeta para cada muestra analizada. Para comprobar la precisión de los resultados, se puede repetir el procedimiento.

55 Ensayo del factor de calidad (QF)

60 Cada una de las muestras de microfibras fundidas por soplado se analizó para calcular la penetración de aerosol en %DOP (% Pen) y la caída de presión (ΔP), y se calculó el factor de calidad (QF). El comportamiento de filtración (% Pen y QF) de las bandas de microfibra no tejidas se evaluaron usando un analizador de filtro automatizado AFT Modelo 8127 (comercializado por TSI, Inc., St. Paul, MN) usando dioctilftalato (DOP) como aerosol de estímulo y un transductor para medir presiones MKS que medía la caída de presión (ΔP (mm de H₂O)) a través del filtro. Otros instrumentos de ensayo de filtros pueden proporcionar mediciones comparables mediante el protocolo definido a continuación. El aerosol DOP tiene, nominalmente, un diámetro promedio en masa de 0,3 micrómetros, monodisperso, que tiene una concentración corriente arriba de 70 - 110 mg/m³. El aerosol se

forzó a través de una muestra de medio de filtro a un caudal calibrado de 0,042 m³/min (42,5 litros/minuto) (velocidad nominal de 6,9 cm/s) con el ionizador del aerosol apagado. 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 del aerosol DOP se midió mediante dispersión de luz, tanto antes como después del medio de filtración, usando fotómetros calibrados. El %DOP % Pen se define como: %Pen= 100x(concentración de DOP corriente abajo/concentración de DOP corriente arriba). Para cada material, se realizaron 6 mediciones independientes en diferentes puntos de la banda de microfibras soplada (BMF) y los resultados se promediaron.

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

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

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 siguientes 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 reactivos usados se obtuvieron de Sigma-Aldrich Chemical Company; Milwaukee, Wisconsin salvo que se indique lo contrario.

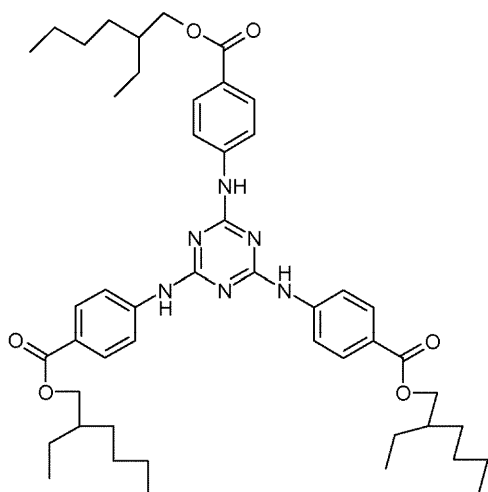
Tabla 2

Abreviaturas de materiales

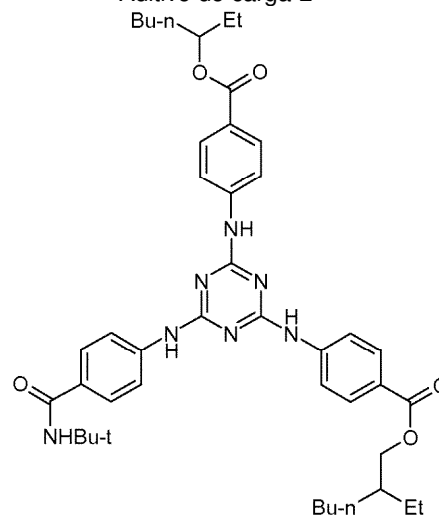
Abreviatura o designación comercial	Descripción
Aditivo de carga 1	2,4,6-trianilino-p-(carbo-2'-etilhexil-1'-oxi)-1,3,5-triazina comercializado como "UVINUL T-150" por BASF, Ludwigshafen, Alemania.
Aditivo de carga 2	bis(2-etilhexil) éster del ácido 4,4'-[[6-[[4-[[[1, 1 -dimetiletil]amino]carbonil]fenil]amino]-1,3,5-triazina-2,4-diilo]diimino]bis-benzoico, comercializado como "UVASORB HEB" por 3V, Bérgamo, Italia.
Aditivo de carga 3	2,4,6-trianilino(p-carbo-tetradecil-oxi)-1,3,5-triazina preparada como se describe más adelante en la Sección de síntesis.
Aditivo de carga 4	N,N',N"-tris(4-octadecilfenil)-1,3,5-triazina-2,4,6-triamina preparada como se describe más adelante en la Sección de síntesis.
Aditivo de carga 5	N,N',N"-trioctadecil-1,3,5-triazina-2,4,6-triamina preparada como se describe más adelante en la Sección de síntesis.
Aditivo de carga 6	Poli[[6-[[[1,1,3,3-tetrametilbutil]amino]-1,3,5-triazina-2,4-diilo] [(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidinil)imino]-1,6-hexanodiilo[(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidinil)imino]]] comercializado como "CHIMASSORB 944" por Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suiza.
Aditivo de carga 7	2',3-bis[[3-[3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenil]propionil]]propionohidrazida comercializada como "IRGANOX MD 1024" por Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suiza.
Aditivo de carga 8	Tetraquis(2,4-di-terc-butilfenil)[1,1'-bifenil]-4,4'-diilobisfosfonita comercializada como "IRGAFOS P-EPQ" por Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suiza.
Aditivo de carga 9	3,9-bis(2,4-di-terc-butilfenoxi)-2,4,8,10-tetraoxa-3,9-difosfaspiro[5.5]undecano comercializado como "IRGAFOS 126" por Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suiza.
Aditivo de carga 10	2,4,8,10-Tetraoxa-3,9-difosfaspiro[5.5]undecano, 3,9-bis[2,6-bis(1,1-dimetiletil)-4-metilfenoxi]-comercializado como "ADK STABILIZER PEP-36" de Amfine Chemical Company, Upper Saddle River, NJ.
Aditivo de carga 11	Tris-(2,4-di-terc-butilfenil)fosfito comercializado como "IRGAFOS 168" por Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suiza.
Aditivo de carga 12	Éster bis[2,4-bis(1,1-dimetiletil)-6-metilfenil]etílico del ácido fosforoso, comercializado como "IRGAFOS 38" por Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suiza.
Aditivo de carga 13	3,3'-Tiodipropionato de dioctadecilo, comercializado como "IRGANOX PS 802" por Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suiza.
Aditivo de carga 14	Éster 3,5-bis(1,1-dimetiletil)-4-hidroxi-2,2-bis((3-(3,5-bis(1,1-dimetiletil)-4-hidroxifenil)-1-oxopropoxi)metil)-1,3-propanodilíico del ácido bencenopropanoico, comercializado como "IRGANOX 1010" por Ciba Specialty Chemicals, Basel, Suiza.
Aditivo de carga 15	1,3,5-tris(4-n-dodecilanilio)benceno preparado como se describe más adelante en la Sección de síntesis.
PP-1	Resina de polipropileno de calidad 1, TOTAL PP3960, comercializada por Total Petrochemicals USA Inc., Houston, TX.
PP-2	Resina de polipropileno de calidad 2, TOTAL PP3860, comercializada por Total

	Petrochemicals USA Inc., Houston, TX.
PP-3	Resina de polipropileno de calidad 3, TOTAL PP3941W, comercializada por Total Petrochemicals USA Inc., Houston, TX.
PP-4	Resina de polipropileno de calidad 4, ESCORENE PP 3746G, comercializada por Exxon-Mobil Corporation, Irving, TX.
PE	Resina de polietileno (baja densidad lineal), DOWLEX 2503, comercializada por Dow Chemical Company, Midland, ML
PMP	Resina de poli(4-metil-1-penteno), TPX DX-820, comercializada por Mitsui Chemicals, Inc., Tokio, Japón.
PLA	Resina de polilactida, 625 ID, comercializada por LLC, Minnetonka, MN.
COC	Copolímero de olefina cíclica, TOPAS 8007-F04, comercializado por TOPAS Advanced Polymers, Frankfurt, Alemania.

Aditivo de carga-1

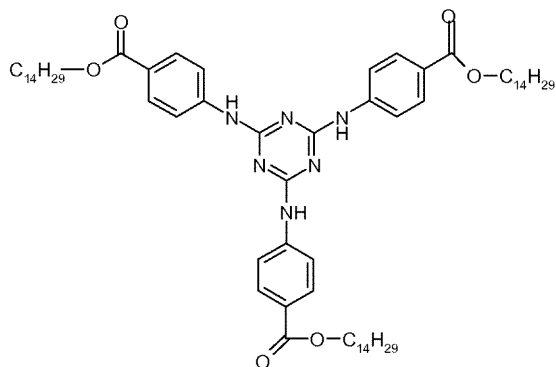


Aditivo de carga-2

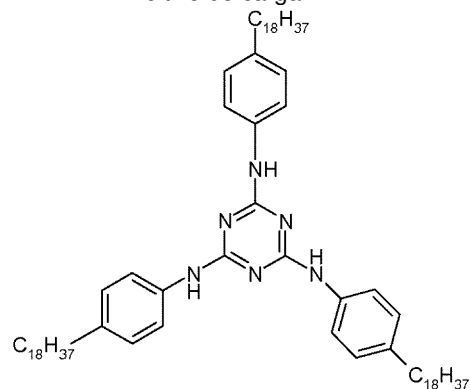


5

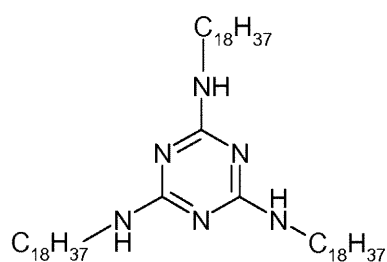
Aditivo de carga-3



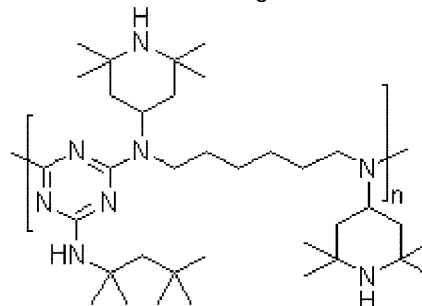
Aditivo de carga-4



Aditivo de carga-5

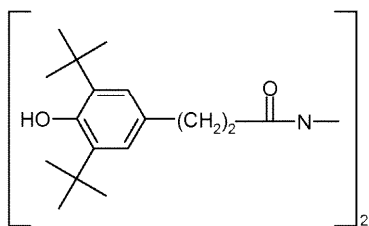


Aditivo de carga-6

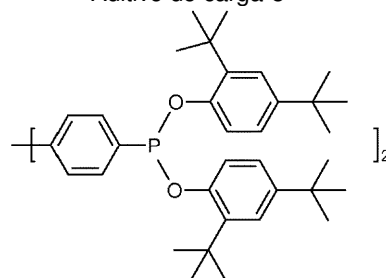


10

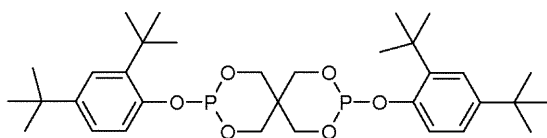
Aditivo de carga-7



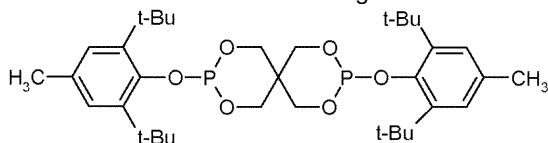
Aditivo de carga-8



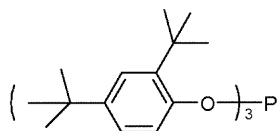
Aditivo de carga-9



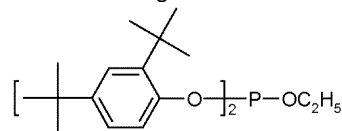
Aditivo de carga-10



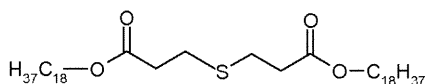
Aditivo de carga-11



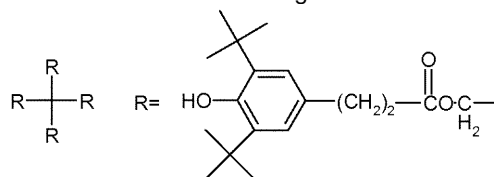
Aditivo de carga-12



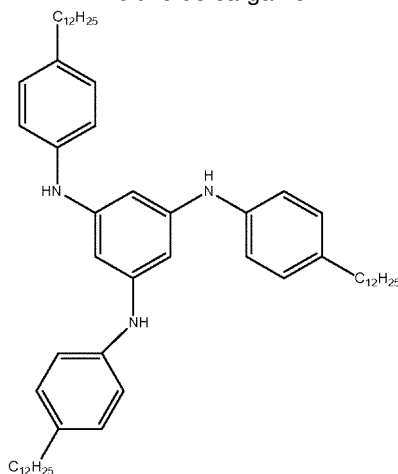
Aditivo de carga-13



Aditivo de carga-14



Aditivo de carga 15



Ejemplos de síntesis

Ejemplo de síntesis 1: Preparación del Aditivo de carga 3

Bajo atmósfera de nitrógeno, una mezcla de 1-tetradecanol (96,3 gramos, 449 milimoles (mmol), piridina (40 mililitros), y diclorometano (1000 mililitros) se calentó a 30 °C. Se añadió cloruro de 4-nitrobenzoilo (100 gramos, 539 mmol) por partes durante un período de veinte minutos. La mezcla de reacción se calentó a temperatura de reflujo durante dieciséis horas. A continuación, la mezcla de reacción se lavó dos veces con agua (2x500 mililitros). La capa orgánica se concentró a presión reducida para dar un sólido de color amarillo. Se añadieron mil (1000) ml de hexano, y la mezcla se calentó a temperatura de reflujo. La mezcla se enfrió y se concentró para dar un sólido de color amarillo que se filtró. EL sólido de color amarillo se recrystalizó dos veces en etanol para obtener 77,0 gramos de 4-nitrobenzoato de tetradecilo en forma de cristales de color amarillo.

Bajo una corriente de nitrógeno, se añadió platino al 10 % sobre carbono (2,5 gramos) a una mezcla de 4-nitrobenzoato de tetradecilo (25 gramos, 69 mmol) y acetato de etilo (250 mililitros) en un recipiente Parr. El recipiente se puso bajo presión de hidrógeno (49 psi, $3,3 \times 10^5$ Pa) durante dieciséis horas. Se añadió diclorometano, y la mezcla de reacción se filtra a través de una capa del auxiliar de filtración CELITE. El filtrado se concentró a presión reducida para proporcionar un sólido de color castaño. El sólido se recrystalizó en etanol para obtener 15 gramos de 4-aminobenzoato de tetradecilo en forma de agujas de color castaño claro.

Bajo atmósfera de nitrógeno, una mezcla de 4-aminobenzoato de tetradecilo (45,6 gramos, 137 mmol) y cloruro cianúrico (8,40 gramos, 45,6 mmol) en xileno (460 mililitros) se calentó a temperatura de reflujo durante veinticuatro horas. La mezcla de reacción se enfrió a 90 °C, y se lavó con una solución acuosa saturada de bicarbonato de sodio (2x500 mililitros), seguida por agua (3x500 mililitros). Se formó un precipitado de color blanco a medida que el xilano se enfriaba durante la noche. El precipitado de color blanco se aisló por filtración y se lavó con un exceso de xileno. El sólido se recrystalizó dos veces en diclorometano:metanol 34:66 (750 mililitros) y una vez en xileno (300 mililitros) para proporcionar 27,6 gramos de 2,4,6-trianilino(p-carbo-tetradecil-oxi)-1,3,5-triazina en forma de un sólido de color blanco.

Análisis de la composición: Calculado para $C_{66}H_{102}N_6O_6$: % C, 73,70; % H, 9,56; % N, 7,81. Encontrado: % C, 73,44; % H, 9,37; % N, 7,62.

Ejemplo de síntesis 2: Preparación del Aditivo de carga 4

Bajo atmósfera de nitrógeno, una mezcla de 4-octadecilanalina (50 gramos, 145 mmol) y cloruro cianúrico (8,9 gramos, 48 mmol) en xileno (500 mililitros) se calentó a temperatura de reflujo durante veinticuatro horas. La mezcla de reacción se enfrió a 90 °C, y se lavó con una solución acuosa saturada de bicarbonato de sodio (2x500 mililitros), seguida por agua (2x500 mililitros). Se formó un precipitado de color blanco a medida que el xilano se enfriaba durante la noche. El precipitado de color blanco se aisló por filtración y se lavó con un exceso de xileno. El sólido se recrystalizó dos veces en cloroformo: metanol 90:10 (500 mililitros) y una en xileno (500 mililitros) para proporcionar 45 gramos de N,N',N"-tris(4-octadecilfenil)-1,3,5- triazina-2,4,6-triamina en forma de un sólido de color blanco.

Análisis de la composición: Calculado para $C_{75}H_{126}N_6$: % C, 81,02; % H, 11,42; % N, 7,56. Encontrado: % C, 81,05; % H, 11,38; % N, 7,60.

Ejemplo de síntesis 3: Preparación del Aditivo de carga 5

Bajo atmósfera de nitrógeno, una mezcla de octadecilamina (389 gramos, 1,44 mol), di(propilenglicol) dimetil éter (1,50 litros), acetato de sodio (134 gramos, 1,63 mol), y cloruro cianúrico (88,4 gramos, 0,479 mol) se agitó durante treinta minutos y a continuación se calentó a 85 °C durante dos horas. La mezcla de reacción se calentó a 155 °C, a dicha temperatura, se dejó que el ácido acético saliera por reflujo de la mezcla de reacción. La mezcla de reacción se calentó a 170 °C durante dieciséis horas. Se añadió 2-propanol (1,60 litros) a la mezcla de reacción cuando se hubo enfriado a 80 °C. El precipitado se filtró a temperatura ambiente y se lavó con exceso de 2-propanol. El sólido se agitó en agua a temperatura de reflujo (2,00 litros) durante dos horas, se filtró y se lavó con exceso de agua. El sólido se agitó en 2-propanol a temperatura de reflujo (2,00 litros), se filtró y se lavó con exceso de 2-propanol para dar 377 gramos de N,N',N"-trioctadecil-1,3,5-triazina-2,4,6-triamina en forma de un sólido de color blanco.

Ejemplo de síntesis 4: Preparación del Aditivo de carga 15

A un matraz de fondo redondo de tres bocas, de 250 ml, provisto de barra agitadora magnética, se introdujo floroglucinol deshidrato (6,63 g, 97 %), 4-dodecilanilina (36,40 g, 97 %) y yodo (0,13 g, 99 %) seguido por la adición de tolueno (30 ml). Una vez que se colocó la trampa Dean-Stark y un condensador, se calentó a 130 °C durante 12 horas en constante agitación. Una vez que la temperatura de la mezcla de reacción se dejó enfriar a aproximadamente 60 °C (momento en el que la mezcla estaba en forma líquida viscosa), se vertió lentamente sobre 200 ml de etanol para obtener un precipitado. El precipitado se obtuvo en forma de sólidos de color rosa mediante filtración. La recrystalización, dos veces en etanol (150 ml cada una) dio como resultado el aditivo de carga 1 (31,0 g, 87,8 %) en forma de un polvo de color rosa claro tras secarse a 50 °C al vacío (3,59 kPa [27 mmHg]) durante la noche.

Análisis de la composición: Calculado: C 84,15; H 10,95; N, 4,91; Encontrado: C 84,28; H, 10,86, N, 4,85).

Ejemplos 1-110 y Ejemplos comparativos C 1 - C 60

Para cada uno de los ejemplos y ejemplos comparativos se siguieron los procedimientos descritos a continuación.

Preparación de muestras

Etapas A - Preparación de las bandas de microfibras mediante fusión-soplado:

Para cada Ejemplo y Ejemplo comparativo, se extruyó una banda de material no tejido de microfibras soplada (BMF) usando una de las resinas poliméricas que aparecen en la Tabla de abreviaturas anterior, o una

combinación de las mismas y que, en algunos casos, contienen uno de los aditivos de carga relacionados en la tabla anteriormente mencionada, o una combinación de los mismos. La extrusión se llevó a cabo de forma general como se describe en Van A. Wente, *Superfine Thermoplastic Fibers*, 48 Indust. Engr. Chem., 1342-46 y en el informe 111437 del Naval Research Laboratory (15 de abril de 1954) mediante uno de los dos métodos de extrusión que se detallan a continuación. La Tabla 3 resume las características específicas de la banda, y la(s) concentración(es) de los aditivos de carga para cada uno de los Ejemplos y Ejemplos comparativos.

Método de extrusión 1: Usando un extrusor que funciona a una temperatura de aproximadamente 240 °C - 330 °C conectado a una matriz de fusión por soplado que tiene 10 orificios por centímetro (25 orificios por pulgada) con un diámetro de 0,38 mm (0,015 pulgadas), se conformaron las bandas BMF con un gramaje de aproximadamente 45-70 g/m², diámetros eficaces de fibra de aproximadamente 6,5-15 micrómetros, solidez de aproximadamente 4 - 10 %, y espesores de aproximadamente 0,6 - 2,5 milímetros. Los aditivos de carga se alimentaron directamente al extrusor junto con la resina, tanto en forma de polvo seco o en concentrados del 20-35 % en peso.

Método de extrusión 2: Usando el método general descrito en el Ejemplo 1 de (WO/2008/016782) *Monocomponent Monolayer Meltblown Web And Meltblowing Apparatus*, se formaron bandas BMF que tenían una distribución bimodal de tamaños y gramajes de aproximadamente 50-150 g/m², diámetros eficaces de fibra de aproximadamente 12-16 micrómetros, solidez de aproximadamente 5 - 8 %, y espesores de aproximadamente 0,6 - 2,5 milímetros. Los aditivos de carga se alimentaron directamente al extrusor junto con la resina tanto en forma de polvo seco o en concentrados del 20-35 % en peso.

Tabla 3

Características de la banda BMF

Número de la banda BMF	Calidad de la resina	Método de Extrusión de BMF	Aditivo de carga	Concn. del aditivo de carga	Diámetro de la fibra eficaz	Solidez	Gramaje	Espesor
				(% peso)	(mm)			
1	PP-1	1	Ninguno	0	7,7	4,9	58	1,4
2	PP-1	1	Ninguno	0	8,3	6,8	58	0,9
3	PP-1	1	Ninguno	0	8,3	4,9	54	1,1
4	PP-4	1	Ninguno	0	8	5,4	60	1,0
5	PP-1	1	Ninguno	0	7,5	5,6	57	0,8
6	PP-1	1	1	1	7,6	5,1	61	1,3
7	PP-4	1	1	1	7,7	6	59	1,1
8	PP-1	1	1	0,5	7,6	6	57	1,1
9	PP-3	1	1	1	8,5	4,9	58	1,3
10	PP-1	1	2	1	8	5,8	58	1,1
11	PP-4	1	2	1	8,1	6,1	61	1,1
12	PP-3	1	2	1	8	4,9	58	1,3
13	PP-1	1	3	1	7,7	4,6	57	1,4
14	PP-1	1	7	1	9,4	6,4	59	1,0
15	PP-1	1	8	1	8,5	6	58	1,1
16	PP-1	1	8	1	7,8	7	53	0,8
17	PP-3	1	Ninguno	0	7,4	6,1	67	1,2
18	PP-1	1	6	0,5	8,3	6,7	58	1,0
19	PP-1	1	6	0,75	7,7	5,6	52	1,0
20	PP-1	1	5	1	7,6	4,8	57	1,3
21	PP-1	1	5	0,5	7,6	5,5	58	1,2
22	PP-1	1	5	1	9,8	5,2	52	1,1
23	PP-1	1	5	0,5	8,4	5,4	59	1,2
24	PP-1	1	5	1	8,7	6,2	56	1,0
25	PP-1	1	5	1	7,9	6,5	59	1,0
26	PP-1	1	5	1	8,3	5,3	63	1,3
27	PP-1	1	4	1	6,8	5	54	1,2
28	PP-1	1	9	0,1	9,1	5,8	55	1,0
29	PP-1	1	9	0,5	9,1	5,9	54	1,0

30	PP-1	1	9	0,5	9,1	5,8	55	1,1
31	PP-1	1	10	0,5	7,9	5,4	56	1,1
32	PP-1	1	11	0,5	8,6	6,6	57	1,1
33	PP-1	1	12	0,5	8,5	5,5	55	1,1
34	PP-1	1	13	1	8,3	5,9	61	1,1
35	PP-1	1	15	0,75	10,2	6,9	60	1,0
36	PP-1	1	14	0,25	6,9	4,3	59	1,5
37	PP-1	1	5 y 10	0,75/0,2	8	5,3	57	1,2
38	PP-1	1	1 y 7	0,5/0,4	8	5,5	57	1,1
39	PP-1	1	1 y 8	0,5/0,2	8,5	5,5	57	1,1
40	PP-4	1	1	1	8	7,1	51	0,8
41	PP-4	1	1	1	14,8	6,9	50	0,8
42	PP-4	2	1	1	7,4	8	50	0,7
43	PP-4	2	1	1	15	7,2	50	0,8
44	PP-4	2	1	1	15,3	7,2	151	2,3
45	PP-2 (99,25 % en peso) + PMP (0,75 % en peso)	2	6 y 9	0,5/0,2	12,9	5,5	64	1,3
46	PP-4	2	5	0,8	15	7	50	0,8
47	PE	1	5	1	10,9	10,5	59	0,6
48	PMP	1	Ninguno	0	7,7	6,5	49	0,9
49	PMP	1	1	1	7,1	7,8	48	0,8
50	PMP	1	5	1	10,1	6	46	0,9
51	PLA	1	1	1	7,8	8,8	50	0,46
52	PP-2 (95 % en peso) + COC (5 % en peso)	1	Ninguno	0	13,8	7,9	98	1,36

Etapa B - Preparación del artículo electret:

- 5 Muestras de cada banda BMF preparada en la Etapa A anterior se cargaron mediante uno de los tres métodos de carga del artículo electret: hidrocarga, pretratamiento con corona e hidrocarga, o pretratamiento de fluoración con plasma e hidrocarga. La Tabla 5 resume el método de carga específico aplicado a cada una de las muestras.

Método de carga 1 - Hidrocarga:

- 10 Preparación del fluido de hidrocarga: Partiendo de agua que se había purificado mediante ósmosis inversa y desionización, los compuestos relacionados en la Tabla 4 se usaron para crear varios fluidos acuosos de hidrocarga con las concentraciones indicadas en partes por millón en peso (PPM) citadas para cada Ejemplo y Ejemplo comparativo de la Tabla 5. El siguiente procedimiento describe la preparación de tres soluciones acuosas de Na_2CO_3 (50 PPM, 100 PPM 1000 PPM) en agua desionizada (DI). Se prepararon otras soluciones usando el mismo procedimiento.
- 15 a) Solución de Na_2CO_3 1000 PPM: Usando una balanza analítica, se disolvieron 3,6 g de Na_2CO_3 en 3596,4 g de agua DI para fabricar una solución al 0,1 % en peso (1000 PPM).
- b) Solución de Na_2CO_3 100 PPM: Usando una balanza analítica, se disolvieron 360 g de la solución de Na_2CO_3 1000 PPM en 3240 g de agua DI para fabricar una solución al 0,01 % en peso (100 PPM).
- 20 c) Solución de Na_2CO_3 50 PPM: Usando una balanza analítica, se disolvieron 1800 g de la solución de Na_2CO_3 100 PPM en 1800 g de agua DI para fabricar una solución al 0,005 % en peso (50 PPM).

Tabla 4

Compuestos añadidos del líquido acuoso de hidrocarga

Nombre químico	Fórmula	Fabricante
Ácido acético	CH_3COOH	EMD Chemicals Inc., Gibbstown, NJ
Acetona	CH_3COCH_3	VWR International, West

		Chester, PA
Cloruro de amonio	NH ₄ Cl	EMD Chemicals Inc., Gibbstown, NJ
Hidróxido de amonio (28-30 % de amoniaco en agua)	NH ₄ OH	EMD Chemical Inc., Gibbstown, NJ
Cloruro de cobre	CuCl ₂	Alfa Aesar Company Ward Hill, MA
Dodecilbenceno sulfonato de sodio	C ₁₈ H ₂₉ NaO ₃ S	VWR International, West Chester, PA
Etanol	CH ₃ CH ₂ OH	VWR International, West Chester, PA
Ácido clorhídrico (36,5 - 38 % en agua)	HCl	EMD Chemicals Inc., Gibbstown, NJ
Carbonato potásico	K ₂ CO ₃	EMD Chemicals Inc., Gibbstown, NJ
Hidróxido potásico	KOH	EMD Chemicals Inc., Gibbstown, NJ
Acetato sódico	CH ₃ COONa	Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA
Bicarbonato sódico	NaHCO ₃	EMD Chemicals Inc., Gibbstown, NJ
Carbonato de sodio	Na ₂ CO ₃	Sigma-Aldrich
Cloruro de sodio	NaCl	Sigma-Aldrich
Hidróxido sódico	NaOH	EMD Chemicals Inc., Gibbstown, NJ

La conductividad y el pH de cada líquido de hidrocaraga usados en cada uno de los Ejemplos o Ejemplos comparativos se midieron como se ha descrito anteriormente y los resultados se indican en la Tabla 5 siguiente.

5 Procedimiento de hidrocaraga:

Las bandas BMF se hidrocaragaron usando el líquido de carga deseado según la técnica enseñada en la patente US-5.496.507 (Angadjivand y col.). Se generó una pulverización fina del líquido de hidrocaraga desde una boquilla que estaba conectada a un depósito de almacenamiento de acero inoxidable presurizado a 655 KPa (95 psig) y un caudal de aproximadamente 0,014 m³/min (1,4 litros/minuto). Las bandas BMF 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 líquido de hidrocaraga de la banda por la parte inferior. Cada banda BMF pasó dos veces por hidrocaragar (secuencialmente, una vez por cada lado) y a continuación se dejó secar por completo durante la noche antes del ensayo del filtro.

15 Método de carga 2 - Pretratamiento con corona e hidrocaraga:

Las bandas BMF seleccionadas preparadas en la etapa A anterior se pretrataron mediante una descarga corona CC. El pretratamiento mediante corona se llevó a cabo haciendo pasar la banda BMF 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. Después del tratamiento con la corona, la banda BMF se cargó mediante hidrocaraga usando el líquido de cargado deseado como se describe en el Método de carga 1.

25 Método de carga 3 - Pretratamiento con fluoración con plasma e hidrocaraga:

Las bandas BMF seleccionadas preparadas en la Etapa A anterior se pretrataron mediante fluoración con plasma usando el procedimiento descrito en "General Web Making, Plasma Treatment, and Electret Charging Procedures" en la patente US-7.244.292 de Kirk y col., titulada *Electret Article Having Heteroatoms And Low Fluorosaturation Ratio* usando gas perfluoropropano (C₃F₈) comercializado por 3M Company, St. Paul, MN. Después del pretratamiento con plasma, la banda BMF se cargó mediante hidrocaraga usando el líquido de carga deseado como se ha descrito anteriormente en el Método de carga 1.

35 Potencial zeta y QF

Para muestras de BMF representativas preparadas en la etapa A, se midieron los potenciales zeta usando el método anteriormente descrito. Se determinó el promedio del potencial zeta medido durante el barrido de conductividad entre 1000 y 2000 microS/cm, que se recoge en la Tabla 5 y, para varios casos, este valor fue un promedio de varios ensayos realizados en el mismo material de muestra BMF.

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 el % de penetración del aerosol DOP (% Pen) y la caída de presión, y el factor de calidad (QF) se calculó como se describe en los Métodos de ensayo anteriormente proporcionados. Para algunas muestras, se usó la segunda sección para medir el potencial zeta. Estos resultados se recogen en la Tabla 5 siguiente, como % Pen, Caída de presión y QF.

Ejemplos 1-60 y Ejemplos comparativos C 1 - C 60:

Ejemplos comparativos 1a, 1b, y Ejemplo 1: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-1) que no contiene aditivo de carga, se midió el potencial zeta con un valor de -9,3 mV. Usando el Método de carga 1 (solo hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,6) el factor de calidad del Ej. 1 (0,33) fue mayor que el del Ej. Comp. 1a (0,27) cargado con agua DI (pH 7,5) sola o el Ej. Comp. 1b (0,24) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2).

Ejemplos comparativos 2a, 2b, y Ejemplo 2: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-2) que no contiene aditivo de carga, se midió el potencial zeta después de un pretratamiento mediante corona, con un valor de -10,8 mV. Usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona y después hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,6) el factor de calidad del Ej. 2 (1,04) fue mayor que el del Ej. Comp. 2a (0,78) cargado con agua DI (pH 8,1) sola o el Ej. Comp. 2b (0,65) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,3).

Ejemplo comparativo 3a, y Ejemplos 3a, 3b: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-6) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1, se midió el potencial zeta, con un valor de -10,2 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) los factores de calidad del Ej. 3a (1,02) cargado solamente con agua (pH 7,5) y el Ej. 3b (1,41) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,1) fueron mayores que los del Ej. Comp. 3 (0,30) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,4).

Ejemplos comparativos 4a, 4b, y Ejemplo 4: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-6) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1, se midió el potencial zeta después de un pretratamiento mediante corona, con un valor de -10,8 mV. Usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona y después hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4) el factor de calidad del Ej. 4 (1,59) fue mayor que el del Ej. Comp. 4a (1,24) cargado con agua DI (pH 8,1) sola o el Ej. Comp. 4b (0,47) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2).

Ejemplos comparativos 5a, 5b, y Ejemplo 5: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-6) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1, se midió el potencial zeta, con un valor de -10,2 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con una solución que contiene un disolvente orgánico (acetona al 10 % en peso en agua DI), con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,7) el factor de calidad del Ej. 5 (1,41) fue mayor que el del Ej. Comp. 5a (1,15) cargado con acetona al 10 % en peso en agua DI (pH 9,7) sola o el Ej. Comp. 5b (0,20) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 5,0).

Ejemplos comparativos 6a, 6b, y Ejemplo 6: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-10) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-2, se midió el potencial zeta después de un pretratamiento mediante corona, con un valor de -10,7 mV. Usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona y después hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4) el factor de calidad del Ej. 6 (1,61) fue mayor que el del Ej. Comp. 6a (1,28) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 6b (0,46) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2).

Ejemplo comparativo 7a, 7b y Ejemplos 7a, 7b, 7c: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-10) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-2, se midió el potencial zeta, con un valor de -10,9 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,5, conductividad 139 microS/cm) el factor de calidad del Ej. 7a (1,62) fue mayor que el del Ej. Comp. 7 (1,06) cargado con agua DI (pH 7,2) sola. Cuando se añaden cantidades crecientes de la sal neutra NaCl a la solución de hidrocarga básica de 50 PPM de Na_2CO_3 del Ej. 7a, el pH disminuyó muy ligeramente, pero la conductividad aumentó significativamente, y los valores de QF del Ej. 7b (50 PPM de Na_2CO_3 , pH 10,3, conductividad 230,4 microS/cm, QF 1,45), el Ej. 7c (50 PPM de Na_2CO_3 , 500 PPM de NaCl, pH 10,3, conductividad 1150 microS/cm, QF 1,25), y el Ej. Comp. 7b (50 PPM de Na_2CO_3 , 5000 PPM de NaCl, pH 10,3, conductividad 9340 microS/cm, QF 0,75) disminuye en comparación con el Ej. 7a.

Ejemplos comparativos 8a, 8b, y Ejemplo 8: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-14) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-7, se midió el potencial zeta después de un pretratamiento mediante corona, con un valor de -8,4 mV. Usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona y después hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4) el factor de calidad del Ej. 8 (1,75) fue mayor que el del Ej. Comp. 8a (1,15) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 8b (0,70) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2).

Ejemplos comparativos 9a, 9b, 9c y Ejemplos 9a, 9b, 9c: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-14) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-7, se midió el potencial zeta, con un valor de - 11,8 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4, conductividad 136,4 microS/cm) el factor de calidad del Ej. 9a (1,85) fue mayor que el del Ej. Comp. 9a (1,14) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 9c (0,48) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2). Cuando se añaden cantidades crecientes de la sal neutra NaCl a la solución de hidrocarga básica de 50 PPM de Na_2CO_3 del Ej. 9a, el pH disminuyó muy ligeramente, pero la conductividad aumentó significativamente, y los valores de QF del Ej. 9b (50 PPM de Na_2CO_3 , 50 PPM de

NaCl, pH 10,3, conductividad 230,4 microS/cm, QF 1,53), el Ej. 9c (50 PPM de Na_3CO_3 , 500 PPM de NaCl, pH 10,3, conductividad 1150 microS/cm, QF 1,33), y el Ej. Comp. 9c (50 PPM de Na_3CO_3 , 5000 PPM de NaCl, pH 10,3, conductividad 9340 microS/cm, QF 0,90) disminuye en comparación con el Ej. 9a.

5 **Ejemplos comparativos 10a, 10b, y Ejemplo 10:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-15) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-8, se midió el potencial zeta, con un valor de -10,4 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de Na_3CO_3 (pH 10,5) el factor de calidad del Ej. 10 (1,46) fue mayor que el del Ej. Comp. 10a (1,08) cargado con agua DI (pH 7,2) sola o el Ej. Comp. 10b (0,66) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,1).

10 **Ejemplos comparativos 11a, 11b, y Ejemplo 11:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-16) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-8, se midió el potencial zeta después de un pretratamiento mediante corona, con un valor de -9,6 mV. Usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona y después hidrocarga) con 50 PPM de Na_3CO_3 (pH 10,5) el factor de calidad del Ej. 11 (2,05) fue mayor que el del Ej. Comp. 11a (1,63) cargado con agua DI (pH 8,1) solo o el Ej. Comp. 10b (1,72) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,3).

15 **Ejemplos comparativos 12a, 12b, y Ejemplos 12a, 12b:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-17) que no contiene aditivo de carga, se midió el potencial zeta después de un pretratamiento mediante fluoración con plasma, con un valor de -24,1 mV. Usando el Método de carga-3 (pretratamiento mediante fluoración con plasma, después hidrocarga) ambos Ej. 12a (QF 2,35) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4) y el Ej. 12b (QF 2,38) con 50 PPM de NH_4OH (pH 10,6) tuvieron factores de calidad superiores a los del Ej. Comp. 12a (2,18) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 12b (1,96) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2).

20 **Ejemplos comparativos 13a, 13b, y Ejemplo 13:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-19) que contiene 0,75 % en peso de Aditivo de carga-6, se midió el potencial zeta, con un valor de 3,8 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2) el factor de calidad del Ej. 13 (2,40) fue mayor que el del Ej. Comp. 13a (2,35) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 13b (1,21) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4).

25 **Ejemplos comparativos 14a, 14b, y Ejemplo 14:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-18) que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-6, se midió el potencial zeta después de un pretratamiento mediante corona, con un valor de 0,5 mV. Usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona y después hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2) el factor de calidad del Ej. 14 (2,32) fue mayor que el del Ej. Comp. 14a (1,88) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 14b (1,68) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4).

30 **Ejemplos comparativos 15a, 15b, y Ejemplo 15:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-20) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-5, se midió el potencial zeta, con un valor de -1,9 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,4) el factor de calidad del Ej. 15 (2,85) fue mayor que el del Ej. Comp. 15a (2,18) cargado con agua DI (pH 7,5) sola o el Ej. Comp. 15b (1,55) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,1).

35 **Ejemplos comparativos 16a, 16b, y Ejemplo 16:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-21) que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-5, se midió el potencial zeta después de un pretratamiento mediante corona, con un valor de -3,3 mV. Usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona y después hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2) el factor de calidad del Ej. 16 (2,34) fue mayor que el del Ej. Comp. 16a (1,59) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 16b (1,43) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4).

40 **Ejemplos comparativos 17a, 17b, y Ejemplo 17:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-31) que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-5, se midió el potencial zeta, con un valor de -6 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2) el factor de calidad del Ej. 17 (1,68) fue mayor que el del Ej. Comp. 17a (0,5) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 17b (0,35) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4).

45 **Ejemplos comparativos 18a, 18b, y Ejemplo 18:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-35) que contiene 0,75 % en peso de Aditivo de carga-15, se midió el potencial zeta, con un valor de -1,0 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2) el factor de calidad del Ej. 18 (2,64) fue mayor que el del Ej. Comp. 18a (2,22) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 18b (1,42) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4).

50 **Ejemplos comparativos 19a, 19b, y Ejemplo 19:** Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-37) que contiene 0,75 % en peso de Aditivo de carga-5 y 0,2 % en peso de Aditivo de carga-10, se midió el potencial zeta, con un valor de 0,6 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2) el factor de calidad del Ej. 19 (3,04) fue mayor que el del Ej. Comp. 19a (2,35) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 19b (0,99) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4).

55 **Ejemplos comparativos 20a, 20b, y Ejemplo 20:** Para una banda BMF hecha de polietileno (BMF-47) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-5, se midió el potencial zeta, con un valor de 2,7 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,3) el factor de calidad del Ej. 20 (1,70) fue mayor que el del Ej. Comp. 20a (1,28) cargado con agua DI (pH 8,1) sola o el Ej. Comp. 20b (0,92) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,5).

Ejemplos comparativos 21a, 21b, y Ejemplo 21: Para una banda BMF hecha de poli(4-metil-1-penteno) (BMF-48) que no contiene aditivo de carga, se midió el potencial zeta, con un valor de -9,9 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocar-5 ga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,8) el factor de calidad del Ej. 21 (1,72) fue mayor que el del Ej. Comp. 21a (0,41) cargado con agua DI (pH 5,9) sola o el Ej. Comp. 21b (0,52) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,6).

Ejemplo comparativo 22 y Ejemplos 22a, 22b: Para una banda BMF hecha de poli(4-metil-1-penteno) (BMF-48) que no contiene aditivo de carga, se midió el potencial zeta, con un valor de -9,9 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocar-10 ga) los factores de calidad del Ej. 22a (0,33) con 10 PPM de Na_2CO_3 (pH 8,2) y el del Ej. 22b (0,40) con 100 PPM de Na_2CO_3 (pH 9,7) fueron ambos mayores que los del Ej. Comp. 22 (0,19) cargado con agua DI (pH 6,0) sola.

Ejemplos comparativos 23a, 23b, y Ejemplo 23: Para una banda BMF hecha de poli(4-metil-1-penteno) (BMF-49) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1, se midió el potencial zeta, con un valor de -8,3 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocar-15 ga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,8) el factor de calidad del Ej. 23 (1,39) fue mayor que el del Ej. Comp. 23a (0,41) cargado con agua DI (pH 5,9) sola o el Ej. Comp. 23b (0,33) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,6).

Ejemplo comparativo 24 y Ejemplos 24a, 24b: Para una banda BMF hecha de poli(4-metil-1-penteno) (BMF-49) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1, se midió el potencial zeta, con un valor de -8,3 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocar-20 ga) los factores de calidad del Ej. 24a (0,72) con 10 PPM de Na_2CO_3 (pH 8,2) y el del Ej. 24b (0,91) con 100 PPM de Na_2CO_3 (pH 9,7) fueron ambos mayores que los del Ej. Comp. 24 (0,54) cargado con agua DI (pH 6,0) sola.

Ejemplo comparativo 25 y Ejemplos 25a, 25b: Para una banda BMF hecha de poli(4-metil-5-penteno) (BMF-50) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1, se midió el potencial zeta, con un valor de -4,8 mV. Usando el Método de carga-1 (solamente hidrocar-25 ga) los factores de calidad cuando se carga con agua DI (pH 5,9) sola, el Ej. 25a (1,18) o con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,6) Ej. 25 (1,78) fueron ambos mayores que el del Ej. Comp. 25 cargado con 100 PPM de Na_2CO_3 (pH 9,7).

Ejemplos comparativos 26a, 26b y Ejemplos 26a, 26b, 26c: Para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-3) que no contiene aditivo de carga (sustancialmente equivalente al que se utiliza en el Ej. 1), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocar-30 ga) con 50 PPM de K_2CO_3 (pH 7,7, conductividad 120 microS/cm) el factor de calidad del Ej. 26a (0,73) fue mayor que el del Ej. Comp. 26a (0,45) cargado con agua DI (pH 6,5) sola. Con una cantidad creciente de K_2CO_3 en la solución de hidrocar-35 ga del Ej. 26b (500 PPM, pH 10, conductividad 1000 microS/cm, QF 0,78), el QF aumenta. Con un incremento adicional en la cantidad de K_2CO_3 en la solución de hidrocar-35 ga del Ej. 26c (5000 PPM, pH 11, conductividad 5000 microS/cm, QF 0,68) y el Ej. Comp. 26b (15000 PPM, pH 11,8, conductividad 22.000 microS/cm, QF 0,58) tanto el pH como la conductividad aumentan, pero el QF tiende a disminuir con respecto al Ej. 26a.

Ejemplos comparativos 27a, 27b, 27c y Ejemplos 27a, 27b, 27c, 27d, 27e, 27f: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-3) que no contiene aditivo de carga (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 1), usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona e hidrocar-40 ga) con 50 PPM de Na_2CCE (pH 7,7, conductividad 123,6 microS/cm) el factor de calidad del Ej. 27a (1,51) fue mayor que el del Ej. Comp. 27a (0,84) cargado con agua DI (pH 6,8) sola. Análogamente, para el Ej. 27b (5 PPM de NH_4OH , pH 7,1, conductividad 24 microS/cm, QF 1,29), el Ej. 27c (50 PPM de NH_4OH , pH 8,5, conductividad 64 microS/cm, QF 1,26), el Ej. 27d (50 PPM de NaHCO_3 , pH 8,5, conductividad 56,7 microS/cm, QF 1,22), el Ej. 27e (50 PPM CH_3COONa , pH 7,1, conductividad 42 microS/cm, QF 1,09), el Ej. 27f (50 PPM KOH , pH 8,3, conductividad 212 microS/cm, QF 1,34), los valores QF son mayores que para el Ej. Comp. 27a además del Ej. Comp. 27b, (15.000 PPM KOH , pH 13, conductividad 68.000 microS/cm, QF 1,07), y el Ej. Comp. 27c (500 PPM CuCl_2 , pH 4,7, conductividad 721 microS/cm, QF 0,55).

Ejemplos comparativos 28a, 28b y Ejemplos 28a, 28b: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-4) que no contiene aditivo de carga (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 1), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocar-50 ga) con 10 PPM de NaOH (pH 7,1, conductividad 23,3 microS/cm) el factor de calidad del Ej. 28a (0,80) fue mayor que el del Ej. Comp. 28 (0,22) cargado con agua DI (pH 6,8) sola. Con una cantidad creciente de NaOH en la solución de hidrocar-55 ga del Ej. 28b (100 PPM, pH 9, conductividad 325 microS/cm, QF 1,01), el QF aumenta. Con un incremento adicional en la cantidad de NaOH en la solución de hidrocar-55 ga del Ej. Comp. 28b (5000 PPM, pH 13, conductividad 26.000 microS/cm, QF 0,71), tanto el pH como la conductividad aumentan, pero el QF tiende a disminuir con respecto al Ej. 28a.

Ejemplos comparativos 29a, 29b y Ejemplos 29a, 29b, 29c: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-4) que no contiene aditivo de carga (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 1), usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona e hidrocar-60 ga) con 50 PPM de K_2CO_3 (pH 7,7, conductividad 120 microS/cm) el factor de calidad del Ej. 29a (1,46) fue mayor que el del Ej. Comp. 29a (0,97) cargado con agua DI (pH 6,5) sola. Análogamente, para el Ej. 29b (50 PPM KOH , pH 8,3, conductividad 212 microS/cm, QF 1,19), el Ej. 29c (50 PPM de NaOH , pH 8,5, conductividad 246 microS/cm, QF 1,32) los valores QF son mayores que para el Ej. 29a y Ej. 29b (5000 PPM de NaOH , pH 12,8, conductividad 27.400 microS/cm, QF 1,12),.

Ejemplos comparativos 30a, 30b, 30c, 30d, 30e: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-3) que no contiene aditivo de carga (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 1), usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona e hidrocarba) con agua DI (pH 6,8) el QF del Ej. Comp. 30a (1,66) fue mayor que el del Ej. 30b (10 PPM de NH_4Cl , pH 6,8, conductividad 28,2 microS/cm, QF 1,61), Ej. Comp. 30c (100 PPM de NH_4Cl , pH 5,8, conductividad 273 microS/cm, QF 1,39), Ej. Comp. 30d (1000 PPM de NH_4Cl , pH 5,5, conductividad 2580 microS/cm, QF 1,28), y el Ej. Comp. 30e (5000 PPM de NH_4Cl , Cl, pH 5,3, conductividad 11.800 microS/cm, QF 1,01).

Ejemplos comparativos 31a, 31b y Ejemplos 31a, 31b: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-5) que no contiene aditivo de carga (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 1), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarba) con 10 PPM de un tensioactivo de dodecilbenceno sulfonato de sodio ambos Ej. 31a (10 PPM de dodecilbenceno sulfonato de sodio, pH 7,9, QF 0,32) y el Ej. 31b (10 PPM de dodecilbenceno sulfonato de sodio y 100 PPM de Na_2CO_3 , pH 10,2, QF 0,53) tuvo valores de QF mayores que los de los Ej. Comp. 31a (0,23) cargado con agua DI (pH 7,7) sola y el Ej. Comp. 31b (10 PPM de dodecilbenceno sulfonato de sodio y 100 PPM de HCl , pH 2,6, QF 0,16).

Ejemplos comparativos 32a, 32b y Ejemplos 32a, 32b: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-7) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1 (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 3), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarba) con 1 PPM de NaOH (pH 9,6, conductividad 5,19 microS/cm) el QF del Ej. 32a (1,19) fue mayor que el del Ej. Comp. 32a (0,93) cargado con agua DI (pH 6,3) sola. Con una cantidad creciente de NaOH en la solución de hidrocarba del Ej. 32b (10 PPM, pH 10,8, conductividad 61,7 microS/cm, QF 1,48), el QF aumenta. Con un incremento adicional en la cantidad de NaOH en la solución de hidrocarba del Ej. Comp. 32b (5000 PPM, pH 13, conductividad 26.000 microS/cm, QF 0,88), tanto el pH como la conductividad aumentan, pero el QF tiende a disminuir con respecto al Ej. 32a.

Ejemplo comparativo 33 y Ejemplos 33a, 33b: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-8) que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-1, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarba) con 20 PPM de NaOH (pH 11) el QF del Ej. 33a (1,40) fue mayor que el del Ej. Comp. 33 (1,05) cargado con agua DI (pH 7,5) sola. Al hidrocarba la banda (BMF-8) una segunda vez con la misma solución de 20 PPM de NaOH (pH 11), se aumenta adicionalmente el QF del Ej 33b (1,62).

Ejemplos comparativos 34a, 34b, 34c, 34d, 34e, 34f: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-7) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1 (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 3), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarba) con agua DI (pH 6,8) el QF del Ej. Comp. 34a (1,32) fue mayor que el del Ej. Comp. 34b (1 PPM de NH_4Cl , pH 6,8, conductividad 3,7 microS/cm, QF 1,30), Ej. Comp. 34c (10 PPM de NH_4Cl , pH 6,8, conductividad 28,2 microS/cm, QF 1,25), Ej. Comp. 34d (100 PPM de NH_4Cl , pH 5,8, conductividad 273 microS/cm, QF 1,12), Ej. Comp. 34e (1000 PPM de M-LtCl , pH 5,5, conductividad 2580 microS/cm, QF 0,85), y el Ej. Comp. 34f (5000 PPM de NH_4Cl , pH 5,3, conductividad 11.800 microS/cm, QF 0,55).

Ejemplo comparativo 35 y Ejemplos 35a, 35b, 35c: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-9) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1 (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 4), usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona e hidrocarba) con 1 PPM de NaOH (pH 9,6, conductividad 5,19 microS/cm) el QF del Ej. 35a (1,91) fue mayor que el del Ej. Comp. 35 (1,62) cargado con agua DI (pH 6,3) sola. Con una cantidad creciente de NaOH en la solución de hidrocarba del Ej. 35b (10 PPM, pH 10,8, conductividad 61,7 microS/cm, QF 1,85) y para el Ej. 35c (1000 PPM, pH 12,4, conductividad 5820 microS/cm, QF 1,62) tanto el pH como la conductividad aumentan, pero el QF tiende a disminuir con respecto al Ej. 35a.

Ejemplos comparativos 36a, 36b y Ejemplos 36a, 36b: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-11) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1 (similar al usado en el Ej. 4), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarba) con 1 PPM de NaOH (pH 9,6, conductividad 5,19 microS/cm) el QF del Ej. 36a (1,10) fue mayor que el del Ej. Comp. 36a (0,77) cargado con agua DI (pH 6,3) sola. Con una cantidad creciente de NaOH en la solución de hidrocarba del Ej. 36b (10 PPM, pH 10,8, conductividad 61,7 microS/cm, QF 1,38), el QF aumenta. Con un incremento adicional en la cantidad de NaOH en la solución de hidrocarba del Ej. Comp. 36b (5000 PPM, pH 13, conductividad 26.000 microS/cm, QF 0,85), tanto el pH como la conductividad aumentan, pero el QF tiende a disminuir con respecto al Ej. 36a.

Ejemplo comparativo 37 y Ejemplos 37a, 37b, 37c: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-12) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-2 (similar al usado en el Ej. 6), usando el Método de carga-2 (pretratamiento con corona e hidrocarba) con 1 PPM de NaOH (pH 9,6, conductividad 5,19 microS/cm) el QF del Ej. 37a (1,96) fue mayor que el del Ej. Comp. 37 (1,52) cargado con agua DI (pH 6,3) sola. Con una cantidad creciente de NaOH en la solución de hidrocarba del Ej. 37b (10 PPM, pH 10,8, conductividad 61,7 microS/cm, QF 1,99) el QF aumenta. Con un aumento creciente adicional en la cantidad de NaOH en la solución de hidrocarba del Ej. 37c (1000 PPM, pH 12,4, conductividad 5820 microS/cm, QF 1,61), tanto el pH como la conductividad aumentan, pero el QF tiende a disminuir con respecto al Ej. 37a pero sigue siendo mayor que el Ej. Comp. 37.

Ejemplos comparativos 38a, 38b, y Ejemplo 38: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-13) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-3, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarbura) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4) el factor de calidad del Ej. 38 (1,68) fue mayor que el del Ej. Comp. 38a (1,38) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 38b (0,58) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2).

Ejemplos comparativos 39a, 39b, y Ejemplo 39: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-22) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-5 (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 15), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarbura) con una solución que contiene un disolvente orgánico (etanol al 10 % en agua DI), con 50 PPM de CH_3COOH (pH 5,2) el QF del Ej. 39 (2,57) fue mayor que el del Ej. Comp. 39a (1,75) cargado con etanol al 10 % en peso en agua DI (pH 8,8) sola o el Ej. Comp. 39b (1,34) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,3).

Ejemplo comparativo 40 y Ejemplos 40a, 40b: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-23) que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-5, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarbura) con 20 PPM de HCl (pH 3,4) el QF del Ej. 40a (2,23) fue mayor que el del Ej. Comp. 40 (1,85) cargado con agua DI (pH 7,7) sola. Al hidrocarbura de la banda (BMF-23) una segunda vez con la misma solución de 20 PPM de HCl (pH 3,4), se aumenta adicionalmente el QF del Ej 40b (2,31).

Ejemplo comparativo 41 y Ejemplos 41a, 41b: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-24) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-5 (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 15), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarbura) con 10 PPM de CH_3COOH (pH 6, conductividad 21,6 microS/cm) el QF del Ej. 41a (2,76) fue mayor que el del Ej. Comp. 41 (2,59) cargado con agua DI (pH 7,3) sola. Con una cantidad creciente de CH_3COOH en la solución de hidrocarbura del Ej. 41b (100 PPM, pH 4, conductividad 70,6 microS/cm, QF 2,87), el QF aumenta.

Ejemplos comparativos 42a, 42b y Ejemplo 42: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-25) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-5 (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 15), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarbura) con 100 PPM de CuCb (pH 5,5, conductividad 146,5 microS/cm) el QF del Ej. 42 (2,24) fue mayor que el del Ej. Comp. 42a (2,13) cargado con agua DI (pH 6,1) sola. Con una cantidad creciente de CuCb en la solución de hidrocarbura del Ej. Comp. 42b (5000 PPM, pH 4,5, conductividad 5980 microS/cm, QF 1,88), el QF disminuye.

Ejemplos comparativos 43a, 43b y Ejemplos 43a, 43b, 43c: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-26) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-5 (sustancialmente equivalente al utilizado en el Ej. 15), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarbura) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,6, conductividad 45,3 microS/cm) el factor de calidad del Ej. 43a (2,34) fue mayor que el del Ej. Comp. 43 (2,06) cargado con agua DI (pH 7,6) sola. Mediante la adición de cantidades crecientes de la sal neutra NaCl a la solución de hidrocarbura ácido de 50 PPM de CH_3COOH del Ej. 43 a, el pH disminuyó, pero la conductividad aumentó significativamente, y los valores de QF del Ej. 43b (50 PPM CH_3COOH , 50 PPM de NaCl, pH 4,4, conductividad 130,2 microS/cm, QF 2,16), el Ej. 43c (50 PPM CH_3COOH , 500 PPM de NaCl, pH 4,0, conductividad 280,6 microS/cm, QF 2,13), y el Ej. Comp. 43b (CH_3COOH Na_2CO_3 , 5000 PPM de NaCl, pH 4,0, conductividad 9230 microS/cm, QF 1,94) disminuye en comparación con el Ej. 43a.

Ejemplos comparativos 44a, 44b, y Ejemplo 44: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-27) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-4, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarbura) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2) el factor de calidad del Ej. 44 (1,86) fue mayor que el del Ej. Comp. 44a (0,56) cargado con agua DI (pH 8,2) sola o el Ej. Comp. 44b (0,85) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4).

Ejemplos comparativos 45a, 45b y Ejemplos 45a, 45b, 45c: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-28) que contiene 0,1 % en peso de Aditivo de carga-9, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarbura) con 100 PPM de CH_3COOH (pH 3,9) el factor de calidad del Ej. 45a (1,72) fue mayor que el del Ej. Comp. 45a (0,79) cargado con agua DI (pH 7,2) sola o el Ej. Comp. 45b (0,37) cargado con 100 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,7). Además, para BMF-29 que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-9, hidrocarbura con los mismos 100 PPM de solución de CH_3COOH (pH 3,9) dando como resultado un QF mayor QF (2,76) para el Ej. 45b, y para BMF-30 que también contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-9, hidrocarbura con 10 PPM de una solución de HCl (pH 4,2) también dio como resultado un QF mayor (2,57) para el Ej. 45c que el Ej. 45a.

Ejemplos comparativos 46a, 46b, y Ejemplo 46: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-32) que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-11, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarbura) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,1) el factor de calidad del Ej. 46 (1,83) fue mayor que el del Ej. Comp. 46a (0,26) cargado con agua DI (pH 7,2) sola o el Ej. Comp. 46b (0,45) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,5).

Ejemplos comparativos 47a, 47b, y Ejemplo 47: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-33) que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-12, usando el Método de carga-1 (solamente

hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,1) el factor de calidad del Ej. 47 (1,40) fue mayor que el del Ej. Comp. 47a (0,24) cargado con agua DI (pH 7,2) sola o el Ej. Comp. 47b (0,39) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,5).

Ejemplos comparativos 48a, 48b, y Ejemplo 48: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-34) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-13, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,1) el factor de calidad del Ej. 48 (1,68) fue mayor que el del Ej. Comp. 48a (0,62) cargado con agua DI (pH 7,2) sola o el Ej. Comp. 48b (0,65) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,5).

Ejemplos comparativos 49a, 49b, y Ejemplo 49: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-36) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-14, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,5) el factor de calidad del Ej. 49 (0,99) fue mayor que el del Ej. Comp. 49a (0,60) cargado con agua DI (pH 7,2) sola o el Ej. Comp. 49b (0,49) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,1).

Ejemplos comparativos 50a, 50b, y Ejemplo 50: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-38) que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-1 y 0,4 % en peso de Aditivo de carga-7, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4) el factor de calidad del Ej. 50 (1,61) fue mayor que el del Ej. Comp. 50a (1,02) cargado con agua DI (pH 7,7) sola o el Ej. Comp. 50b (0,34) cargado con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2).

Ejemplos comparativos 51a, 51b y Ejemplos 51a, 51b: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-39) que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-1 y 0,2 % en peso de Aditivo de carga-8, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4, conductividad 131,8) el factor de calidad del Ej. 51a (1,59) fue mayor que el del Ej. Comp. 51 (1,25) cargado con agua DI (pH 7,7) sola. Cuando se añaden cantidades crecientes de la sal neutra NaCl a la solución de hidrocarga básica de 50 PPM de Na_2CO_3 del Ej. 51a, el pH disminuyó muy ligeramente, pero la conductividad aumentó significativamente, y los valores de QF del Ej. 51b (50 PPM de Na_2CO_3 , 50 PPM de NaCl , pH 10,3, conductividad 230,4 microS/cm, QF 1,42) y el Ej. Comp. 51b (50 PPM de Na_2CO_3 , 5000 PPM de NaCl , pH 10,3, conductividad 9340 microS/cm, QF 0,77) disminuye en comparación con el Ej. 51a.

Ejemplos comparativos 52, 53, 54, 55, 56 y Ejemplos 52, 53, 54, 55, 56: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para las bandas BMF hechas de polipropileno (BMF-40, 41, 42, 43 y 44) que contienen 1 % en peso de Aditivo de carga-1 de EFD, gramajes y distribuciones de tamaño de fibra variables (es decir, Método de extrusión 1 vs. Método de extrusión 2), usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 100 PPM de Na_2CO_3 (pH 9,2) los QF del Ej. 52 (1,77), el Ej. 53 (2,19), el Ej. 54 (1,77), el Ej. 55 (2,55), y el Ej. 56 (2,03) fueron en todos los casos mayores que su correspondiente Ejemplo comparativo: Ej. Ej. Comp. 52 (0,86), Ej. Ej. Comp. 53 (0,91), Ej. Ej. Comp. 54 (0,88), Ej. Ej. Comp. 55 (1,17), y el Ej. Ej. Comp. 56 (0,81) cargado con agua DI (pH 7,0) sola.

Ejemplos comparativos 57a, 57b, y Ejemplo 57: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-45) con el Método de extrusión-2 que contiene 0,5 % en peso de Aditivo de carga-6 y 0,2 % en peso de Aditivo de carga-9, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 50 PPM de CH_3COOH (pH 4,2) el factor de calidad del Ej. 57 (3,48) fue mayor que el del Ej. Comp. 57a (3,07) cargado con agua DI (pH 7,7) sola o el Ej. Comp. 57b (1,68) cargado con 50 PPM de Na_2CO_3 (pH 10,4).

Ejemplo comparativo 58 y Ejemplo 58a: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polipropileno (BMF-46) con el Método de extrusión-2 que contiene 0,8 % en peso de Aditivo de carga-5, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 10 PPM de CH_3COOH (pH 5,4) el factor de calidad del Ej. 58 (3,50) fue mayor que el del Ej. Comp. 58 (2,58) cargado con agua DI (pH 8,8) sola.

Ejemplos comparativos 59a, 59b, y Ejemplo 59: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha de polilactida (BMF-51) que contiene 1 % en peso de Aditivo de carga-1, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 20 PPM de NaOH (pH 11) el factor de calidad del Ej. 59 (1,42) fue mayor que el del Ej. Comp. 59a (1,10) cargado con agua DI (pH 7,7) sola o el Ej. Comp. 59b (0,48) cargado con 20 PPM de HCl (pH 3,5).

Ejemplos comparativos 60a, 60b, y Ejemplo 60: Este conjunto de ejemplos demuestra que, para una banda BMF hecha 95 % de polipropileno y 5 % de copolímero de olefina cíclica (BMF-52) que no contiene aditivo de carga, usando el Método de carga-1 (solamente hidrocarga) con 20 PPM de NaOH (pH 11) el factor de calidad del Ej. 60 (2,21) fue mayor que el del Ej. Comp. 60a (1,77) cargado con agua DI (pH 7,7) sola o el Ej. Comp. 60b (0,70) cargado con 20 PPM de HCl (pH 3,5).

Tabla 5

Resumen de los métodos de carga de BMF y las características de función resultantes para la filtración de aerosoles.

Número de ejemplo	Número de la banda BMF	Pot ^a Zeta	Método de carga g	Compuesto(s) en el fluido de carga	Concn. de compuesto (s) en el fluido de carga	Conductividad del fluido de carga	pH del fluido de carga	% Pen.	Caída de presión	QF
		(mV)			(PPM)	(microS/cm)			(mm H ₂ O)	(l/min H ₂ O)
C 1a	1	-9,3	1	Ninguno		0,31	7,5	55,73	2,18	0,27
1	1	-9,3	1	Na ₂ CO ₃	50	124,5	10,6	44,63	2,45	0,33
C 1b	1	-9,3	1	CH ₃ COOH	50	65	4,2	57,35	2,35	0,24
C 2a	2	-10,8	2	Ninguno		1,3	8,1	19,95	2,08	0,78
2	2	-10,8	2	Na ₂ CO ₃	50	138,3	10,5	11,35	2,10	1,04
C 2b	2	-10,8	2	CH ₃ COOH	50	43,2	4,3	25,62	2,10	0,65
3a	6	-10,2	1	Ninguno		6,44	7,5	7,56	2,53	1,02
3b	6	-10,2	1	Na ₂ CO ₃	50	113,7	10,1	2,67	2,60	1,41
C 3	6	-10,2	1	CH ₃ COOH	50	64,8	4,4	49,05	2,40	0,30
C 4a	6	-10,8	2	Ninguno		1,2	8,2	3,77	2,65	1,24
4	6	-10,8	2	NCl ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	1,45	2,67	1,59
C 4b	6	-10,8	2	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	29,63	2,60	0,47
C 5a	6	-10,2	1	Acetona	10 % en peso	0,52	9,7	4,51	2,73	1,15
5	6	-10,2	1	Acetona y Na ₂ CO ₃	10 % en peso / 50 PPM	112,80	10,7	2,08	2,75	1,41
C 5b	6	-10,2	1	Acetona y CH ₃ COOH	10 % en peso / 50 PPM	28,34	5,0	59,75	2,57	0,20
C 6a	10	-10,7	2	Ninguno		1,2	8,2	5,05	2,35	1,28
6	10	-10,7	2	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	1,75	2,52	1,61
C 6b	10	-10,7	2	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	31,30	2,52	0,46
C 7a	10	-10,9	1	Ninguno		0,8	7,2	9,02	2,28	1,06
7a	10	-10,9	1	Na ₂ CO ₃	50	139	10,5	2,15	2,38	1,62
7b	10	-10,9	1	Na ₂ CO ₃ y NaCl	50/50	230,4	10,3	2,99	2,43	1,45
7c	10	-10,9	1	Na ₂ CO ₃ y NaCl	50/500	1150	10,3	5,94	2,27	1,25
C 7b	10	-10,9	1	Na ₂ CO ₃ y NaCl	50/5000	9340	10,3	17,05	2,37	0,75
C 8a	14	-8,4	2	Ninguno		1,2	8,2	13,40	1,77	1,15
8	14	-8,4	2	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	2,87	2,03	1,75
C 8b	14	-8,4	2	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	24,40	2,03	0,70
C 9a	14	-11,8	1	Ninguno		1,2	8,2	15,10	1,67	1,14
9a	14	-11,8	1	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	4,07	1,75	1,85
9b	14	-11,8	1	Na ₂ CO ₃ y NaCl	50/50	230,4	10,3	6,71	1,77	1,53
9c	14	-11,8	1	Na ₂ CO ₃ y NaCl	50/500	1150	10,3	9,60	1,77	1,33
C 9b	14	-11,8	1	Na ₂ CO ₃ y NaCl	50/5000	9340	10,3	20,00	1,78	0,90
C 9c	14	-11,8	1	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	44,58	1,70	0,48
C 10a	15	-10,4	1	Ninguno		0,8	7,2	12,70	1,92	1,08
10	15	-10,4	1	Na ₂ CO ₃	50	139	10,5	7,19	1,82	1,46
C 10b	15	-10,4	1	CH ₃ COOH	50	44,6	4,1	27,90	1,93	0,66
C 11a	16	-9,6	2	Ninguno		1,3	8,1	13,90	1,22	1,63
11	16	-9,6	2	Na ₂ CO ₃	50	138,3	10,5	8,87	1,18	2,05
C 11b	16	-9,6	2	CH ₃ COOH	50	43,2	4,3	12,13	1,23	1,72
C 12a	17	-24,1	3	Ninguno		1,2	8,2	0,13	3,05	2,18
12a	17	-24,1	3	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	0,06	3,18	2,35
12b	17	-24,1	3	NH ₄ OH	10	22,11	10,6	0,07	3,05	2,38
C 12b	17	-24,1	3	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	0,24	3,10	1,96
C 13a	19	3,8	1	Ninguno		1,2	8,2	0,67	2,15	2,35
13	19	3,8	1	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	0,63	2,13	2,40

ES 2 619 730 T3

C 13b	19	3,8	1	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	7,06	2,20	1,21
C 14a	18	0,5	2	Ninguno		1,2	8,2	1,63	4,81	1,88
14	18	0,5	2	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	1,58	2,58	2,32
C 14b	18	0,5	2	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	1,35	10,53	1,68
C 15a	20	-1,9	1	Ninguno		6,44	7,5	4,99	1,38	2,18
15	20	-1,9	1	CH ₃ COOH	50	64,8	4,4	2,37	1,33	2,85
C 15b	20	-1,9	1	Na ₂ CO ₃	50	113,7	10,1	13,58	1,30	1,55
C 16a	21	-3,3	2	Ninguno		1,2	8,2	9,49	1,48	1,59
16	21	-3,3	2	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	1,96	1,68	2,34
C 16b	21	-3,3	2	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	11,81	1,50	1,43
C 17a	31	-6	1	Ninguno		1,2	8,2	37,15	2,03	0,50
17	31	-6	1	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	2,58	2,18	1,68
C 17b	31	-6	1	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	46,38	2,22	0,35
C 18a	35	-1	1	Ninguno		1,2	8,2	3,67	1,50	2,22
18	35	-1	1	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	1,56	1,58	2,64
C 18b	35	-1	1	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	10,51	1,60	1,42
C 19a	37	0,6	1	Ninguno		1,2	8,2	0,74	2,10	2,35
19	37	0,6	1	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	0,17	2,12	3,04
C 19b	37	0,6	1	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	12,37	2,12	0,99
C 20a	47	2,7	1	Ninguno		1,3	8,1	13,93	1,55	1,28
20	47	2,7	1	CH ₃ COOH	50	43,2	4,3	7,25	1,58	1,70
C 20 b	47	2,7	1	Na ₂ CO ₃	50	138,3	10,5	23,28	1,62	0,92
C 21a	48	-9,9	1	Ninguno		6,32	5,9	44,98	1,94	0,41
21	48	-9,9	1	Na ₂ CO ₃	50	131,1	10,8	3,82	1,92	1,72
C 21b	48	-9,9	1	CH ₃ COOH	50	67,4	4,6	37,14	1,94	0,52
C 22	48	-9,9	1	Ninguno		5,3	6,0	70,50	1,80	0,19
22a	48	-9,9	1	Na ₂ CO ₃	10	25,9	8,2	54,30	1,88	0,33
22b	48	-9,9	1	Na ₂ CO ₃	100	177,6	9,7	48,48	1,82	0,40
C 23a	49	-8,3	1	Ninguno		6,32	5,9	46,18	1,92	0,41
23	49	-8,3	1	Na ₂ CO ₃	50	131,1	10,8	10,70	1,90	1,39
C 23b	49	-8,3	1	CH ₃ COOH	50	67,4	4,6	55,44	1,88	0,33
C 24	49	-8,3	1	Ninguno		5,3	6,0	46,97	1,77	0,54
24a	49	-8,3	1	Na ₂ CO ₃	10	25,9	8,2	33,34	1,80	0,72
24b	49	-8,3	1	Na ₂ CO ₃	100	177,6	9,7	27,28	1,83	0,91
25a	50	-4,8	1	Ninguno		6,32	5,9	31,00	1,00	1,18
25b	50	-4,8	1	CH ₃ COOH	50	67,4	4,6	19,54	0,92	1,78
C 25	50	-4,8	1	Na ₂ CO ₃	100	177,6	9,7	70,68	0,82	0,43
C 26a	3	N.M. a	1	Ninguno		0,6	6,5	37,60	2,17	0,45
26a	3	N.M.	1	K ₂ CO ₃	50	120	7,7	20,60	2,23	0,73
26b	3	N.M.	1	K ₂ CO ₃	500	1000	10,0	21,70	2,02	0,78
26c	3	N.M.	1	K ₂ CO ₃	5000	8100	11,0	25,70	2,03	0,68
C 26b	3	N.M.	1	K ₂ CO ₃	15000	22000	11,8	31,70	2,00	0,58
C 27a	3	N.M.	2	Ninguno		0,6	6,8	15,40	2,25	0,84
27a	3	N.M.	2	Na ₂ CO ₃	50	123,6	7,7	4,44	2,06	1,51
27b	3	N.M.	2	NH ₄ OH	5	24	7,1	5,40	2,30	1,29
27c	3	N.M.	2	NH ₄ OH	50	64	8,5	5,90	2,30	1,26
27d	3	N.M.	2	NaHCO ₃	50	56,7 ^b	8,5 ^b	6,95	2,20	1,22
27e	3	N.M.	2	CH ₃ COONa	50	42	7,1	9,40	2,20	1,09
27f	3	N.M.	2	KOH	50	212	8,3	4,40	2,40	1,34
C 27b	3	N.M.	2	KOH	15000	68000	13,0	8,80	2,30	1,07
C 27c	3	N.M.	2	CuCl ₂	500	721	4,7	30,00	2,20	0,55
C 28a	4	N.M.	1	Ninguno		2,8	6,8	61,77	2,18	0,22
28a	4	N.M.	1	NaOH	10	23,3	7,1	15,08	2,38	0,80
28b	4	N.M.	1	NaOH	100	325	9,0	8,82	2,43	1,01

ES 2 619 730 T3

C 28b	4	N.M.	1	NaOH	5000	26000	13,0	19,47	2,33	0,71
C 29a	4	N.M.	2	Ninguno		0,6	6,5	6,70	2,80	0,97
29a	4	N.M.	2	K ₂ CO ₃	50	120	7,7	2,70	2,50	1,46
29b	4	N.M.	2	KOH	50	212	8,3	3,70	2,80	1,19
29c	4	N.M.	2	NaOH	50	246	8,5	5,10	2,30	1,32
C 29b	4	N.M.	2	NaOH	5000	27400	12,8	7,50	2,60	1,12
C 30a	3	N.M.	2	Ninguno		0,7	6,8	3,02	2,13	1,66
C 30b	3	N.M.	2	NH ₄ Cl	10	28,2	6,8	3,70	2,07	1,61
C 30c	3	N.M.	2	NH ₄ Cl	100	273	5,8	5,98	2,03	1,39
C 30d	3	N.M.	2	NH ₄ Cl	1000	2580	5,5	8,69	1,95	1,28
C 30e	3	N.M.	2	NH ₄ Cl	5000	11800	5,3	12,68	2,08	1,01
C 31a	5	N.M.	1	Ninguno		1,73	7,7	65,03	1,90	0,23
31a	5	N.M.	1	Dodecilbencenosulfonato de sodio	10	5,21	7,9	52,45	2,03	0,32
31b	5	N.M.	1	Dodecilbencenosulfonato de sodio y Na ₂ CO ₃	10/100	214,8	10,2	39,55	1,75	0,53
C 31b	5	N.M.	1	Dodecilbencenosulfonato de sodio y HCl	10/100	1256	2,6	71,42	2,13	0,16
C 32a	7	N.M.	1	Ninguno		0,2 ^b	6,3 ^b	14,57	2,10	0,93
32a	7	N.M.	1	NaOH	I	5,19 ^b	9,6 ^b	6,69	2,32	1,19
32b	7	N.M.	1	NaOH	10	61,7 ^b	10,8 ^b	4,15	2,17	1,48
C 32b	7	N.M.	1	NaOH	5000	26000	13,0	15,23	2,17	0,88
C 33a	8	N.M.	1	Ninguno		0,31	7,5	9,11	2,33	1,05
33a	8	N.M.	1	NaOH	20	121,1	11,0	3,03	2,50	1,40
33b	8	N.M.	1	NaOH	20	121,1	11,0	1,44	2,63	1,62
C 34a	7	N.M.	1	Ninguno		0,7	6,8	4,00	2,48	1,32
C 34b	7	N.M.	1	NH ₄ Cl	I	3,7	6,8	4,27	2,45	1,30
C 34c	7	N.M.	1	NH ₄ Cl	10	28,2	6,8	4,55	2,48	1,25
C 34d	7	N.M.	1	NH ₄ Cl	100	273	5,8	5,89	2,53	1,12
C 34e	7	N.M.	1	NH ₄ Cl	1000	2580	5,5	11,98	2,52	0,85
C 34f	7	N.M.	1	NH ₄ Cl	5000	11800	5,3	27,37	2,37	0,55
C 35	9	N.M.	2	Ninguno		0,2 ^b	6,3 ^b	2,65	2,27	1,62
35a	9	N.M.	2	NaOH	I	5,19 ^b	9,6 ^b	1,35	2,27	1,91
35b	9	N.M.	2	NaOH	10	61,7 ^b	10,8 ^b	1,48	2,30	1,85
35c	9	N.M.	2	NaOH	1000	5820	12,4	3,52	2,10	1,62
C 36a	11	N.M.	1	Ninguno		0,2 ^b	6,3 ^b	19,90	2,13	0,77
36a	11	N.M.	1	NaOH	1	5,19 ^b	9,6 ^b	10,40	2,10	1,10
36b	11	N.M.	1	NaOH	10	61,7 ^b	10,8 ^b	5,55	2,13	1,38
C 36b	11	N.M.	1	NaOH	5000	26000	13,0	18,50	2,00	0,85
C 37	12	N.M.	2	Ninguno		0,2 ^b	6,3 ^b	4,22	2,10	1,52
37a	12	N.M.	2	NaOH	1	5,19 ^b	9,6 ^b	1,83	2,05	1,96
37b	12	N.M.	2	NaOH	10	61,7 ^b	10,8 ^b	1,76	2,03	1,99
37c	12	N.M.	2	NaOH	1000	5820	12,4	4,29	1,97	1,61
C 38a	13	N.M.	1	Ninguno		1,2	8,2	8,31	1,82	1,38
38	13	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	4,48	1,87	1,68
C 38b	13	N.M.	1	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	35,12	1,80	0,58
C 39a	22	N.M.	1	Etanol	10 % en peso	0,68	8,8	10,46	1,30	1,75
39	22	N.M.	1	Etanol y CH ₃ COOH	10 % en peso / 50 PPM	28,60	5,2	3,13	1,37	2,57
C 39b	22	N.M.	1	Etanol y Na ₂ CO ₃	10 % en peso / 50 PPM	92,30	10,3	15,18	1,42	1,34
C 40	23	N.M.	1	Ninguno		0,43	7,7	0,95	2,53	1,85
40a	23	N.M.	1	HCl	20	263,3	3,4	0,46	2,42	2,23
40b	23	N.M.	1	HCl	20	263,3	3,4	0,42	2,38	2,31

ES 2 619 730 T3

C 41	24	N.M.	1	Ninguno		7,88	7,3	0,57	2,00	2,59
41a	24	N.M.	1	CH ₃ COOH	10	21,6	6,0	0,45	1,97	2,76
41b	24	N.M.	1	CH ₃ COOH	100	70,6	4,0	0,37	1,95	2,87
C 42a	25	N.M.	1	Ninguno		2,78	6,1	0,77	2,35	2,13
42a	25	N.M.	1	CuCl ₂	100	146,5	5,5	0,58	2,35	2,24
C 42b	25	N.M.	1	CuCl ₂	5000	5980	4,5	1,37	2,35	1,88
C 43a	26	N.M.	1	Ninguno		0,35	7,6	1,87	1,95	2,06
43a	26	N.M.	1	CH ₃ COOH	50	45,3	4,6	0,80	2,12	2,34
43b	26	N.M.	1	CH ₃ COOH y NaCl	50/50	130,2	4,4	2,03	1,83	2,16
43c	26	N.M.	1	CH ₃ COOH y NaCl	50/500	280,6	4,0	1,11	2,13	2,13
C 43b	26	N.M.	1	CH ₃ COOH y NaCl	50/5000	9230	4,0	2,08	2,02	1,94
C 44a	27	N.M.	1	Ninguno		1,2	8,2	20,25	2,88	0,56
44	27	N.M.	1	CH ₃ COOH	50	46,50	4,2	0,27	3,25	1,86
C 44b	27	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	50	136,40	10,4	8,76	2,90	0,85
C 45a	28	N.M.	1	Ninguno		0,8	7,2	27,27	1,65	0,79
45a	28	N.M.	1	CH ₃ COOH	100	66,2	3,9	4,89	1,77	1,72
45b	29	N.M.	1	CH ₃ COOH	100	66,2	3,9	1,70	1,48	2,76
45c	30	N.M.	1	HCl	10	124	4,2	0,42	2,17	2,57
C 45b	28	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	100	243	10,7	57,05	1,53	0,37
C 46a	32	N.M.	1	Ninguno		0,8	7,2	65,65	1,65	0,26
46	32	N.M.	1	CH ₃ COOH	50	44,6	4,1	3,47	1,85	1,83
C 46b	32	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	50	139	10,5	45,17	1,78	0,45
C 47a	33	N.M.	1	Ninguno		0,8	7,2	68,75	1,57	0,24
47	33	N.M.	1	CH ₃ COOH	50	44,6	4,1	9,82	1,67	1,40
C 47b	33	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	50	139	10,5	52,23	1,68	0,39
C 48a	34	N.M.	1	Ninguno		0,8	7,2	35,28	1,70	0,62
48	34	N.M.	1	CH ₃ COOH	50	44,6	4,1	4,40	1,87	1,68
C 48b	34	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	50	139	10,5	30,52	1,83	0,65
C 49a	36	N.M.	1	Ninguno		0,8	7,2	31,52	2,00	0,60
49	36	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	50	139	10,5	11,30	2,26	0,99
C 49b	36	N.M.	1	CH ₃ COOH	50	44,6	4,1	35,58	2,14	0,49
C 50a	38	N.M.	1	Ninguno		1,14	7,7	19,97	1,58	1,02
50	38	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	50	131,8	10,4	56,33	1,70	1,61
C 50b	38	N.M.	1	CH ₃ COOH	50	45,3	4,2	5,88	1,77	0,34
C 51a	39	N.M.	1	Ninguno		1,14	7,7	10,64	1,80	1,25
51a	39	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	50	131,8	10,4	3,75	2,04	1,59
51b	39	N.M.	1	Na ₂ CO ₃ y NaCl	50/50	230,4	10,3	5,38	2,07	1,42
C 51b	39	N.M.	1	Na ₂ CO ₃ y NaCl	50/5000	9340	10,3	19,93	2,08	0,77
C52	40	N.M.	1	Ninguno		7,01	7,0	16,40	2,12	0,86
52	40	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	100	186,4	9,2	2,54	2,08	1,77
C53	41	N.M.	1	Ninguno		7,01	7,0	62,40	0,53	0,91
53	41	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	100	186,4	9,2	32,47	0,52	2,19
C54	42	N.M.	1	Ninguno		7,01	7,0	12,65	2,35	0,88
54	42	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	100	186,4	9,2	1,87	2,27	1,77
C55	43	N.M.	1	Ninguno		7,01	7,0	55,60	0,52	1,17
55	43	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	100	186,4	9,2	27,45	0,52	2,55
C56	44	N.M.	1	Ninguno		7,01	7,0	27,98	1,58	0,81
56	44	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	100	186,4	9,2	4,12	1,58	2,03
C57a	45	N.M.	1	Ninguno		3,04	7,7	6,79	0,88	3,07
57	45	N.M.	1	CH ₃ COOH	50	44,7	4,2	5,59	0,83	3,48
C57b	45	N.M.	1	Na ₂ CO ₃	50	127,1	10,4	24,28	0,85	1,68
C58	46	N.M.	1	Ninguno		0,73	8,8	18,12	0,67	2,58
58a	46	N.M.	1	CH ₃ COOH	10	18,2	5,4	11,90	0,62	3,50
C 59a	51	N.M.	1	Ninguno		1,28	7,7	17,95	1,57	1,10

59	51	N.M.	1	NaOH	20	129,5	11,0	10,19	1,62	1,42
C 59b	51	N.M.	1	HCl	20	254	3,5	46,35	1,60	0,48
C 60a	52	N.M.	1	Ninguno		1,28	7,7	12,37	1,18	1,77
60	52	N.M.	1	NaOH	20	129,5	11,0	5,88	1,28	2,21
C 60b	52	N.M.	1	HCl	20	254	3,5	43,60	1,20	0,70

^a N.M. designa No medido. Potencial zeta previsto en función de las mediciones sobre un material prácticamente similar.

^b el pH y la conductividad no se midieron en el momento de la carga. Los valores notificados son para una solución de una composición equivalente.

5 Ejemplos 61-66

Usando los Métodos de química computacional anteriormente descritos, se calcularon los valores de PA y ΔH_{dp} para los sistemas químicos modelo que son equivalentes a los aditivos de carga aromáticos aminosustituídos anteriormente descritos (es decir, los Aditivos de carga de 1 a 6 y 15), con respecto a la estructura electrónica del centro de carga. Las estructuras modelo se proporcionan a continuación, y los inventores truncaron las colas alifáticas para reducir el tiempo de cálculo necesario. Para justificar el truncamiento de la cola alifática, los inventores examinaron cómo afectaba la cola a la estructura electrónica del centro de carga, donde el centro de carga es el sitio de protonación/desprotonación. El grado con el que un grupo funcional afecta a la estructura electrónica de un centro aromático se puede entender mediante el parámetro Hammett-Sigma, G_p (Dean, J. A., *Physicochemical Relationships. Lange's Handbook of Chemistry*, 15^a edición; McGraw-Hill: New York, 1999.). Los valores σ_p para R = CH₃, CH₂CH₃, CH₂CH₂CH₃, y CH₂CH₂CH₂CH₃ son -0,17, -0,15, -0,15, y -0,16, respectivamente. La similitud de los valores σ_p para estos grupos R indican que el número de grupos de repetición de metileno no afectarán significativamente la estructura electrónica del centro de carga. Los ejemplos de los grupos R que son químicamente diferente serían R = -H, -CH₃, y CO-OCH₃, y los valores σ_p de estos grupos R son 0,0, -0,17, y 0,39, respectivamente (Dean, J. A., *Physicochemical Relationships. Lange's Handbook of Chemistry*, 15^a edición; McGraw-Hill: New York, 1999.).

Afinidad de protones: La Tabla 6 indica el PA de los modelos estructurados, además de proporcionar los QF típicos de bandas BMF que contienen los aditivos de cargado equivalentes cargados con fluidos de carga de diferentes pH y los correspondientes pH preferidos basados en los PA y ΔH_{dp} calculados (anteriormente descritos). Estos resultados sugieren que el PA de la molécula se correlaciona bien con las propiedades de carga de los aditivos en dos formas. La primera observación es que un valor de PA mayor de aproximadamente 936 kJ/mol (230 kcal/mol) mejorará el comportamiento de las muestras de banda que se ponen en contacto con una pulverización de agua ácida, y los aditivos con un valor PA menores de aproximadamente 936 kJ/mol (230 kcal/mol) no mejoran el comportamiento de las muestras de banda que entran en contacto con la pulverización de agua ácida.

Entalpía de desprotonación: La Tabla 6 también notifica los ΔH_{dp} para todos los sistemas modelo. Esto sugiere que la ΔH_{dp} de la molécula se correlaciona con las propiedades de carga de los aditivos en formas que son análogas a PA. La primera observación es que un valor de ΔH_{dp} menor de aproximadamente 1403 kJ/mol (335 kcal/mol) indica que el aditivo mejorará el comportamiento de una muestra de banda que está cargada con una pulverización de agua básica, y que los aditivos con un valor de ΔH_{dp} mayor de aproximadamente 1403 kJ/mol (335 kcal/mol) no mejorarán el comportamiento de carga de la muestra cuando entra en contacto con una pulverización de agua básica. Los inventores observaron que la desprotonación es un proceso exotérmico y, por tanto, se prefiere en menor cantidad.

Los compuestos químicos utilizados para modelar los correspondientes aditivos de carga.

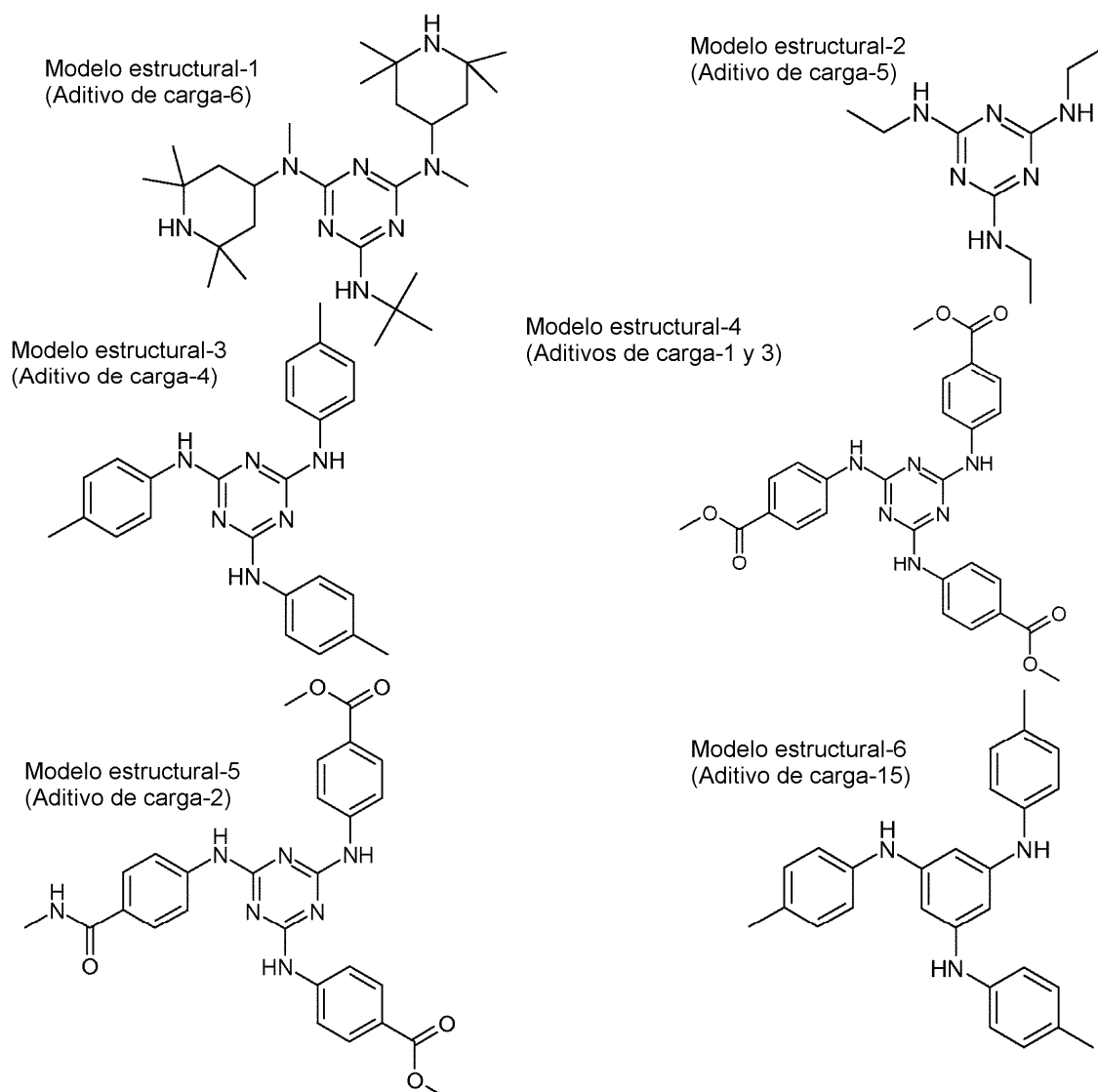


Tabla 6

5

Valores calculados de PA y ΔH_{dp} y QF medidos para los aditivos del modelo de cargas

Número de ejemplo	Estructura de modelo	PA kJ/mol (kcal/mol)	ΔH_{dp} kJ/mol (kcal/mol)	pH previsto del líquido de carga	QF ^a (agua DI)	QF ^b (agua ácida)	QF ^c (agua básica)
61	Modelo-1	1016,6 (242,8)	1491,8 (356,3)	pH < 7	2,35	2,40	1,21
62	Modelo-2	992,3 (237,0)	1518,1 (362,6)	pH < 7	2,18	2,85	1,55
63	Modelo-3	984,3 (235,1)	1436,9 (343,2)	pH < 7	0,56	1,86	0,85
64	Modelo-6	1027,4 (245,4)	1454,5 (347,4)	pH < 7	2,22	2,64	1,42
65	Modelo-4	937,4 (223,9)	1382,1 (330,1)	pH > 7	1,02	0,30	1,41
66	Modelo-5	940,4 (224,6)	1380,0 (329,6)	pH > 7	1,28	0,46	1,61

- a agua DI: agua desionizada, los valores de pH medidos del agua desionizada fueron 7,5 para los Ejemplos 62 y 65 y 8.2 para los Ejemplos 61, 63, 64, y 66.
- b agua ácida: agua con 50 ppm de CH_3COOH ; los valores de pH medidos del agua ácida fueron 4,2 para los Ejemplos 61, 63, 64, y 66 y 4.4 para los Ejemplos 62 y 65.
- 5 c agua básica con 50 PPM de Na_2CO_3 ; los valores de pH medidos del agua básica fueron 10,1 para los Ejemplos 62 y 65 y 10.4 para los Ejemplos 61, 63, 64, y 66.

Ejemplos 67-110

- 10 Además de calcular las propiedades de los aditivos de carga específicos anteriores, se calcularon las propiedades de carga de una amplia variedad de aditivos de carga para determinar el alcance químico de los aditivos de carga. Para determinar el alcance químico, se examinaron las dos clases de aditivos que se mostraron anteriormente como Fórmulas (1) y (2) La Fórmula (1) incluye el Modelo de estructura-2, donde hay un núcleo aromático con tres grupos
- 15 (NH)- $\text{CH}_2\text{-CH}_3$ unidos al mismo, y la Fórmula (2) incluye los Modelos de estructura-3, 4, 5, y 6, donde existe un núcleo aromático que está unido a tres derivados de anilina sustituidos en posición para. Los núcleos aromáticos de estas estructuras se seleccionan de forma que tengan diferentes aromaticidades, y los grupos R de la Fórmula (2) se seleccionan en función de su capacidad de atracción o repulsión de electrones. Los anillos aromáticos, en orden de aromaticidad creciente, son triazina, pirimidina, piridina, y benceno (Shishkin, O. V.; Pichugin, K. Y.; Gorb, L.; Leszczynski, J. 616 *J. Mol. Struct.* 159 (2002)). Los grupos R, en orden de capacidad de atracción de electrones
- 20 creciente, son (NH)- CH_3 , -OH, -O- CH_3 , - CH_3 , -H, -F, -C(=O)-NH- CH_3 , -C(=O)-O- CH_3 , CF_3 , y - NO_2 . La fuerza de atracción de electrones se cuantifica con el parámetro de Hammett-Sigma, σ_p (Dean, J. A., *Physicochemical Relationships. Lange's Handbook of Chemistry*, 15^a edición; McGraw-Hill: New York, 1999).

- 25 Los valores PA y ΔH_{dp} se calcularon para los aditivos de Fórmula (1) y (2) definidos anteriormente y recogidos en la Tabla 7. Basándose en estos cálculos, todos los aditivos de Fórmula (1) (Ejemplos 67-70) serían aditivos básicos, ya que sus valores de PA son significativamente mayores que 963 kJ/mol (230 kcal/mol), y sus valores ΔH_{dp} son significativamente mayores que 1403 kJ/mol (335 kcal/mol) y se predice, por tanto que cargarán mejor con un fluido de carga ácido (pH <7).

- 30 El fin de los Ejemplos 71 - 106 es mostrar cómo la capacidad de atracción o repulsión de electrones del grupo R afecta la acidez o basicidad de los aditivos de carga. Cuando R es repulsor de electrones, es decir, $\sigma_p < 0,0$, la molécula se vuelve más básica, y cuando R es donante de electrones, es decir $\sigma_p > 0,0$, el aditivo se vuelve más ácido. El valor exacto de σ_p para la transición entre un aditivo ácido y un aditivo básico depende del núcleo aromático. Por ejemplo, la transición entre acidez y basicidad para los aditivos con una triazina se produce cuando $\sigma_p \approx 0$ y la transición entre acidez y basicidad para los aditivos con un núcleo de benceno cuando $\sigma_p \approx 0,32$.

35 Tabla 7

Valores calculados de PA y ΔH_{dp} para los aditivos poliméricos de Fórmula (1) y (2) (en kcal/mol)

Fórmula	σ_p	R=	PA	ΔH_{dp}	PA	ΔH_{dp}	PA	ΔH_{dp}	PA	ΔH_{dp}
			Ar=Triazina		Ar=Pirimidina		Ar=Piridina		Ar=Benceno	
			Ejemplo 67		Ejemplo 68		Ejemplo 69		Ejemplo 70	
1			237,0	362,7	243,9	363,8	248,3	361,4	250,2	369,7
			Ejemplo 71		Ejemplo 72		Ejemplo 73		Ejemplo 74	
2	-0,84	2° Amina	246,7	348,5	253,1	349,7	258,7	349,3	257,4	354,3
			Ejemplo 75		Ejemplo 76		Ejemplo 77		Ejemplo 78	
2	-0,37	Hidroxilo	236,8	342,8	243,1	342,6	248,7	342,4	246,9	347,3
			Ejemplo 79		Ejemplo 80		Ejemplo 81		Ejemplo 82	
2	-0,27	Metoxi	238,4	344,1	245,4	344,2	250,9	343,8	249,5	350,1
			Ejemplo 83		Ejemplo 84		Ejemplo 85		Ejemplo 86	
2	-0,17	Metilo	235,1	343,2	241,3	343,5	247,2	342,8	245,4	347,4
			Ejemplo 87		Ejemplo 88		Ejemplo 89		Ejemplo 90	
2	0,00	Hidrógeno	231,0	341,5	237,6	340,1	243,5	340,6	241,4	345,6
			Ejemplo 91		Ejemplo 92		Ejemplo 93		Ejemplo 94	
2	0,09	Flúor	226,4	335,1	232,9	334,6	239,1	335,8	237,5	340,4
			Ejemplo 95		Ejemplo 96		Ejemplo 97		Ejemplo 98	
2		Amida	227,0	331,9	233,0	331,2	239,1	329,6	234,9	334,0
			Ejemplo 99		Ejemplo 100		Ejemplo 101		Ejemplo 102	
2	0,32	Éster	223,8	329,8	230,1	328,6	235,5	327,1	231,9	331,4

			Ejemplo 103		Ejemplo 104		Ejemplo 105		Ejemplo 106	
2	0,54	Trifluro	216,8	324,7	223,1	324,4	228,8	322,8	225,8	328,1
			Ejemplo 107		Ejemplo 108		Ejemplo 109		Ejemplo 110	
2	0,78	Nitro	208,2	314,0	214,2	312,9	219,6	311,3	215,6	315,4

Tabla 7a

Valores calculados de PA y ΔH_{dp} para los aditivos poliméricos de Fórmula (1) y (2) (en kJ/mol)

Fórmula	σ_p	R=	PA	ΔH_{dp}	PA	ΔH_{dp}	PA	ΔH_{dp}	PA	ΔH_{dp}
			Ar=Triazina		Ar=Pirimidina		Ar=Piridina		Ar=Benceno	
			Ejemplo 67		Ejemplo 68		Ejemplo 69		Ejemplo 70	
1			992,3	1518,6	1021,2	1523,2	1039,6	1513,1	1047,5	1547,9
			Ejemplo 71		Ejemplo 72		Ejemplo 73		Ejemplo 74	
2	-0,84	2° Amina	1032,9	1459,1	1059,7	1464,1	1083,1	1462,4	1077,7	1483,4
			Ejemplo 75		Ejemplo 76		Ejemplo 77		Ejemplo 78	
2	-0,37	Hidroxilo	991,4	1435,2	1017,8	1434,4	1041,3	1433,6	1033,7	1454,1
			Ejemplo 79		Ejemplo 80		Ejemplo 81		Ejemplo 82	
2	-0,27	Metoxi	998,1	1440,7	1027,4	1441,1	1050,5	1439,4	1044,6	1465,8
			Ejemplo 83		Ejemplo 84		Ejemplo 85		Ejemplo 86	
2	-0,17	Metilo	984,3	1436,9	1010,3	1438,2	1035,0	1435,2	1027,4	1454,5
			Ejemplo 87		Ejemplo 88		Ejemplo 89		Ejemplo 90	
2	0,00	Hidrógeno	967,2	1429,8	994,8	1423,9	1019,5	1426,0	1010,7	1447,0
			Ejemplo 91		Ejemplo 92		Ejemplo 93		Ejemplo 94	
2	0,09	Flúor	947,9	1403,0	975,1	1400,9	1001,1	1405,9	994,4	1425,2
			Ejemplo 95		Ejemplo 96		Ejemplo 97		Ejemplo 98	
2		Amida	950,4	1389,6	975,5	1386,7	1001,1	1380,0	983,5	1398,4
			Ejemplo 99		Ejemplo 100		Ejemplo 101		Ejemplo 102	
2	0,32	Éster	937,0	1380,8	963,4	1375,8	986,0	1369,5	970,9	1387,5
			Ejemplo 103		Ejemplo 104		Ejemplo 105		Ejemplo 106	
2	0,54	Trifluro	907,7	1359,5	934,1	1358,2	957,9	1351,5	945,4	1373,7
			Ejemplo 107		Ejemplo 108		Ejemplo 109		Ejemplo 110	
2	0,78	Nitro	871,7	1314,7	896,8	1310,0	919,4	1303,4	902,7	1320,5

5

Esta invención también se puede practicar adecuadamente en ausencia de cualquier elemento no descrito específicamente en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un artículo electret, cuyo método comprende:

- (a) proporcionar un artículo polimérico a cargar; y
- (b) poner en contacto el artículo polimérico a cargar con un líquido acuoso que tiene un pH y conductividad de la siguiente forma:

(i) si el artículo tiene un potencial zeta de -7,5 mV o menos, entonces el líquido de contacto tiene un pH mayor de 7 y una conductividad de aproximadamente 5 a 9000 microSiemens por centímetro; y

(ii) si el artículo tiene un potencial zeta mayor de -7,5 mV, entonces el líquido de contacto tiene un pH de 7 o menos y una conductividad de aproximadamente 5 a 5500 microSiemens por centímetro; y

(c) secar el artículo.

2. El método de la reivindicación 1, en donde el líquido acuoso tiene una conductividad de 7 a 3000 microS/cm.

3. El método de la reivindicación 1, en donde el líquido acuoso tiene una conductividad de 10 a 1000 microS/cm.

4. El método de la reivindicación 1, en donde el artículo polimérico contiene un aditivo aromático amino N-sustituido que tiene una afinidad de protones mayor de 963 kJ/mol (230 kcal/mol) y una entalpía de desprotonación mayor de 1403 kJ/mol (335 kcal/mol), y en donde el líquido acuoso tiene un pH de 7 o menos y una conductividad de 5 a 5500 microS/cm.

5. El método de la reivindicación 1, en donde el artículo polimérico contiene un aditivo aromático aminosustituido que tiene una entalpía de desprotonación menor de 1403 kJ/mol (335 kcal/mol) y una afinidad de protones menor de 963 kJ/mol (230 kcal/mol), y en donde el líquido acuoso tiene un pH mayor de 7 y una conductividad de 5 a 9000 microS/cm.

6. El método de la reivindicación 1, en donde el artículo polimérico incluye un material polimérico que tiene una resistividad volumétrica de 10^{14} ohm-cm o mayor a temperatura ambiente.

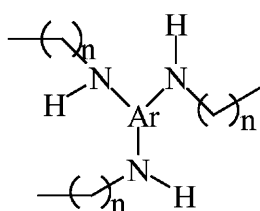
7. El método de la reivindicación 6, en donde la resistividad volumétrica es de aproximadamente 10^{16} ohm-cm o mayor.

8. El método de la reivindicación 6, en donde el artículo polimérico está en la forma de una banda de material no tejido que comprende fibras y que tiene un gramaje de aproximadamente 2 a 500 g/m², que tiene un espesor de aproximadamente 0,25 a 20 mm, y que tiene una solidez de aproximadamente 1 a 25 por ciento.

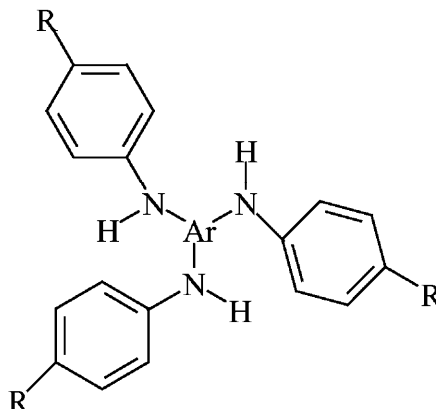
9. El método de la reivindicación 8, en donde la banda de material no tejido tiene un gramaje de aproximadamente 20 a 150 g/m² y tiene un espesor de aproximadamente 0,5 a 2 mm y una solidez de aproximadamente 3 a 10 por ciento.

10. El método de la reivindicación 1, en donde el artículo polimérico a cargar incluye un aditivo que incluye un compuesto de la Fórmula 1 o 2 definida a continuación

(1)



(2)



donde Ar es un grupo aromático trivalente sustituido por de 0 a 3 átomos de nitrógeno, n es un número entero de 1 a 20, y cada R puede ser independientemente un grupo que tiene menos de aproximadamente 20 átomos no metálicos diferentes de hidrogeno.

- 5 11. El método de la reivindicación 10, en donde cada R puede ser independientemente hidrógeno, halógeno, un alquilo que tiene 20 átomos de carbono, un alquilo sustituido con halógeno que tiene de 1 a 20 átomos de carbono, un éster que tiene de 2 a 20 átomos de carbono, una amina sustituida que contiene de 2 a 20 átomos de carbono, y combinaciones de los mismos.
- 10 12. El método de la reivindicación 1, en donde el artículo polimérico es una banda fibrosa de material no tejido que contiene microfibras que comprenden polipropileno.
13. El método de la reivindicación 12, en donde las microfibras son microfibras fundidas por soplado.
- 15 14. Un método para fabricar un elemento de filtro, que comprende introducir el artículo electret producido según el método de la reivindicación 12 en el interior de un cartucho de filtración o un cuerpo de una máscara.
- 20 15. Un método para fabricar un respirador, cuyo método comprende introducir el artículo electret producido según el método de la reivindicación 12 en un cuerpo de una máscara que está adaptada para llevarse puesta sobre la nariz y la boca de una persona, estando dispuesta la banda de material no tejido en el cuerpo de la máscara de tal forma que el aire a filtrar atraviesa la banda de material no tejido antes de que lo inhale un usuario del respirador.

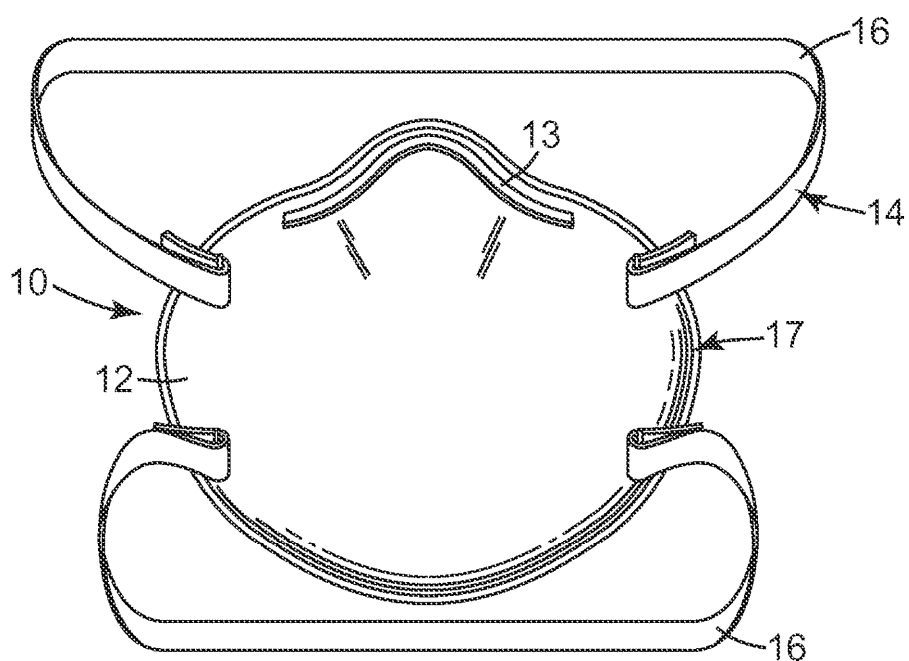


Fig. 1

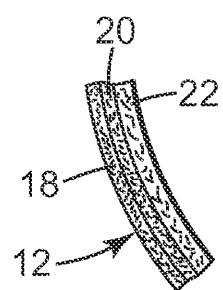


Fig. 2

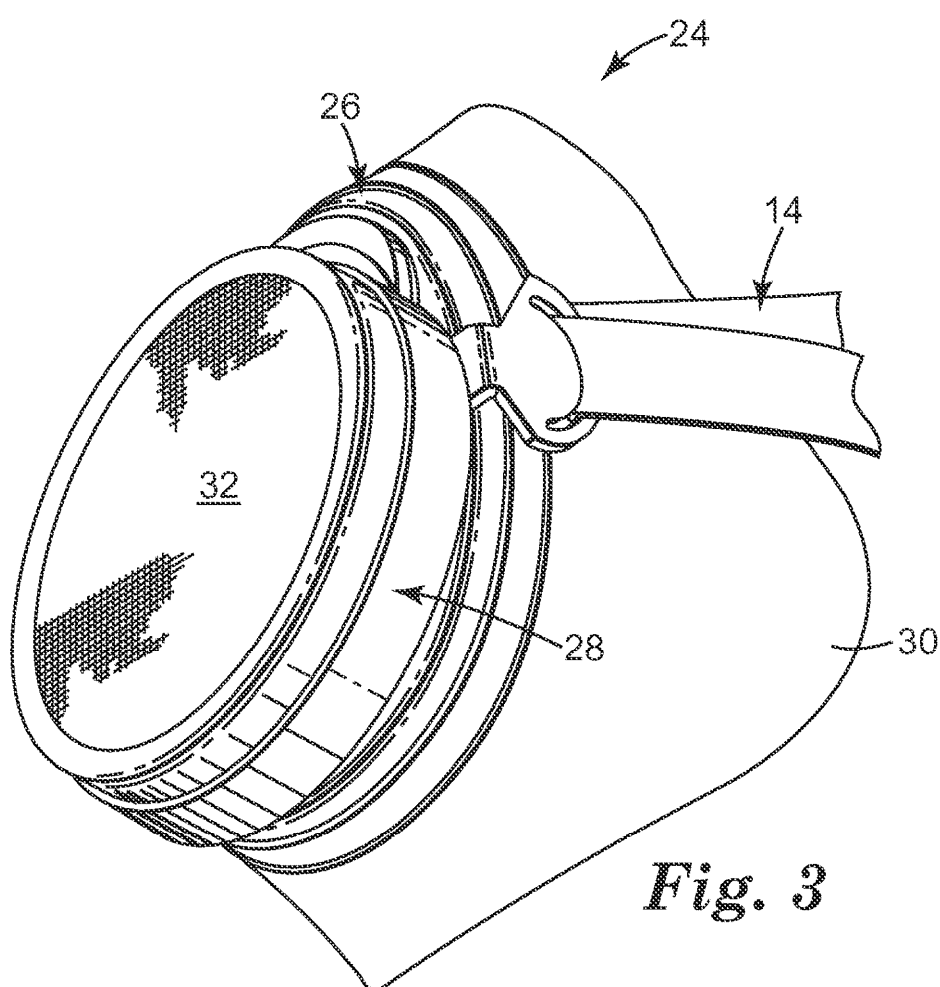


Fig. 3

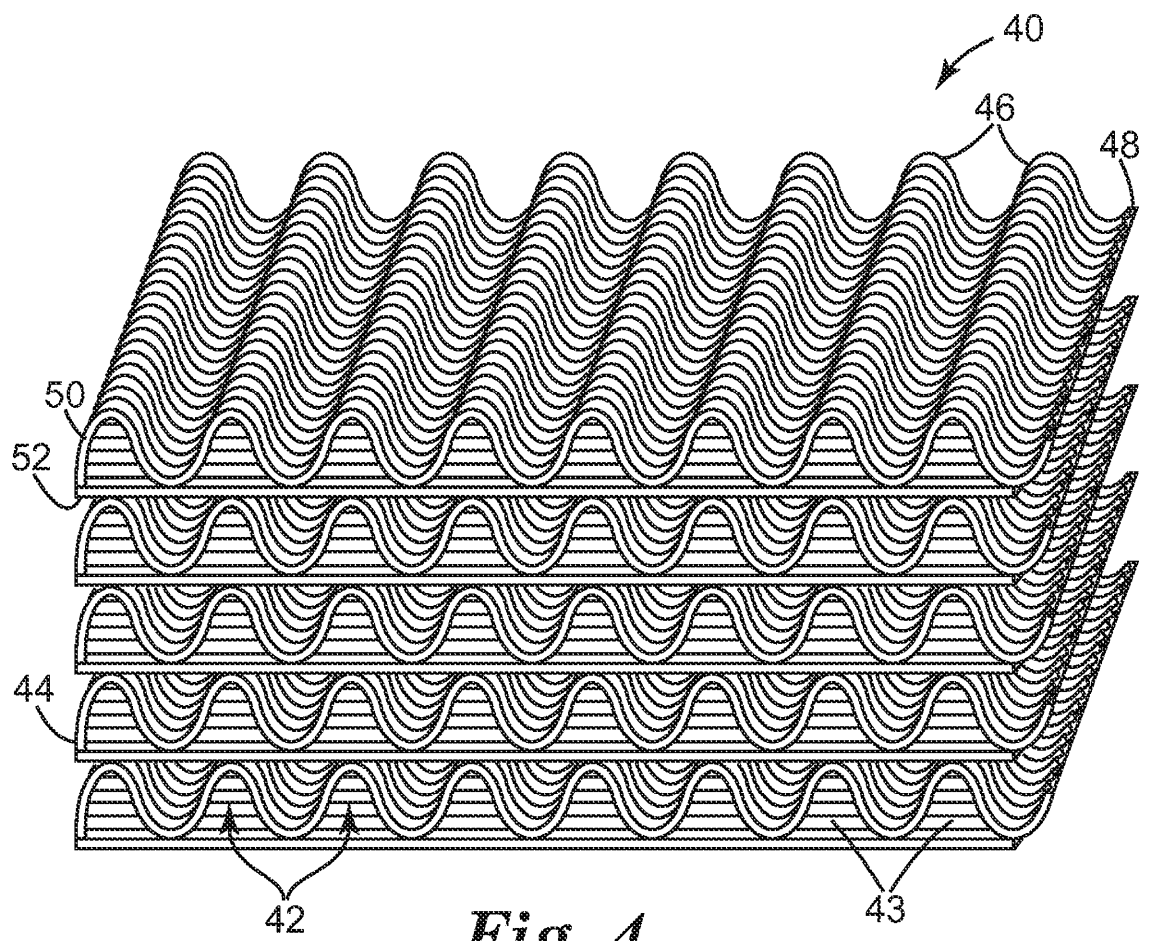


Fig. 4

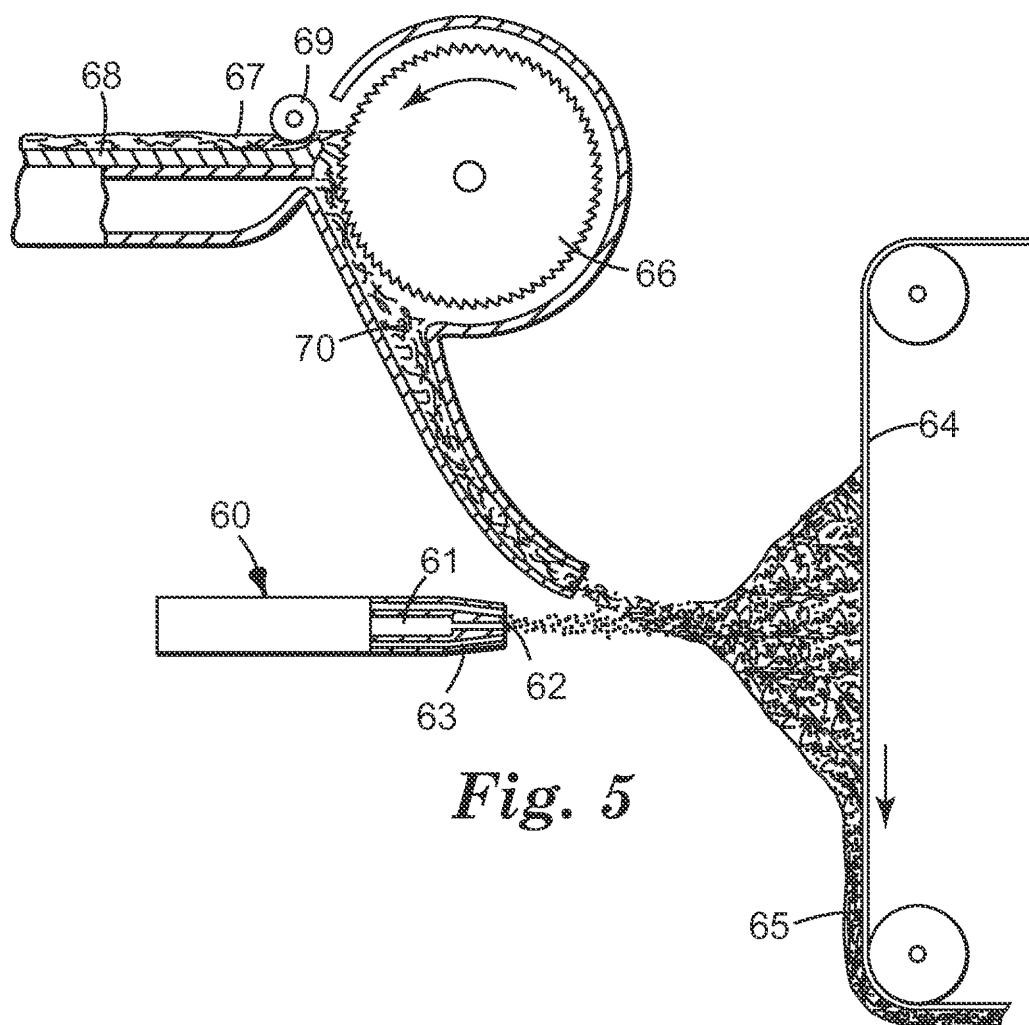


Fig. 5

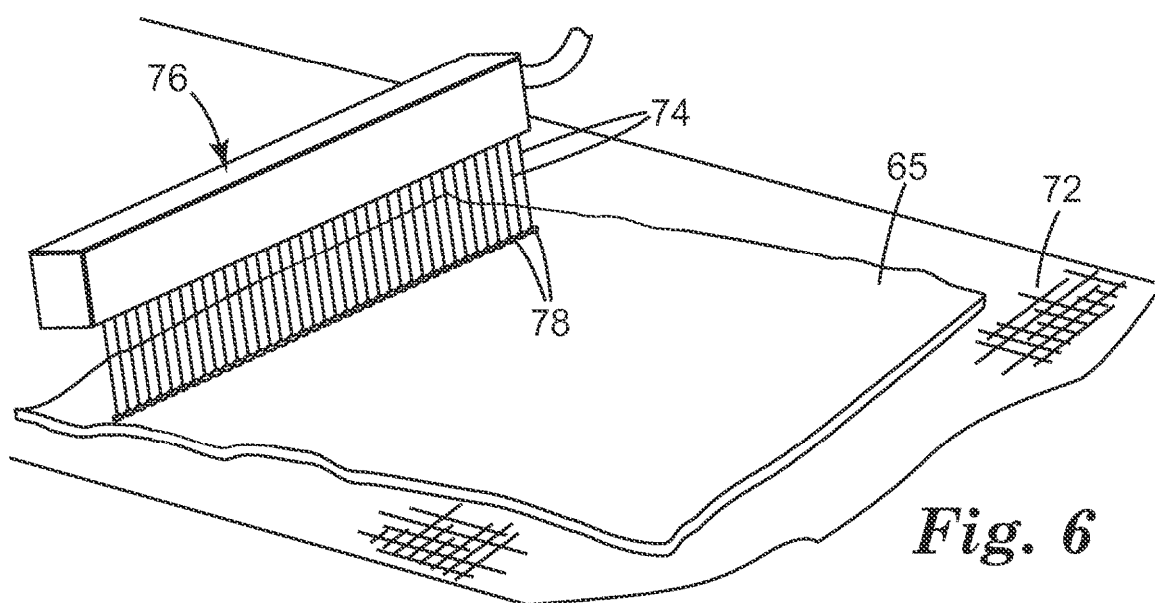


Fig. 6