

BOLSA FLEXIBLE CON CINTA MICROCAPILAR

ANTECEDENTES

[0001] El envasado de material particulado sólido fluido (FSPM) representa un desafío cuando se usan bolsas de plástico impermeables al aire. Al llenar y sellar la bolsa con FSPM (como harina o cemento en polvo, por ejemplo), puede arrastrarse una cantidad sustancial de aire dentro del interior de la bolsa. Si este aire residual no se libera por una válvula o perforación de la bolsa, el volumen de la bolsa es innecesariamente grande, lo que dificulta el almacenamiento, el apilamiento, el transporte y la manipulación de la bolsa FSPM. El aire residual dentro de una bolsa llena de FSPM también compromete la estabilidad de las bolsas apiladas unas sobre otras, como por ejemplo en palés. La presencia de aire residual en la bolsa llena de FSPM también reduce la cantidad de bolsas que pueden transportarse en un montacargas, por ejemplo.

[0002] La perforación de la película da como resultado la penetración del agua para el almacenamiento al aire libre y el deterioro de las propiedades físicas de la película. Estos plantean grandes desafíos para la conversión de papel a plástico para productos en polvo.

[0003] Los intentos convencionales de eliminar el aire residual de las bolsas llenas de FSPM tienen defectos. El sellado al vacío de bolsas llenas de FSPM es desventajoso porque este proceso conlleva un alto costo de capital para el equipo de vacío, que se ve agravado por los costos constantes de mantenimiento para mantener el equipo de vacío en funcionamiento. Por ejemplo, los filtros del dispositivo de sellado al vacío requieren una limpieza constante para evitar daños al dispositivo de sellado al vacío.

[0004] El uso de películas de plástico perforadas para la bolsa no protegen adecuadamente la FSPM de la penetración del agua. Las películas de plástico perforadas son particularmente problemáticas en entornos de almacenamiento al aire libre donde la exposición a la lluvia, la humedad y otra humedad ambiental ingresa a las perforaciones y degrada el contenido de FSPM. La penetración del agua produce aglomeración, degradación, descomposición y deterioro del material particulado sólido fluido.

[0005] En consecuencia, la técnica reconoce la necesidad de sistemas de envases mejorados para el llenado y almacenamiento de material particulado sólido fluido.

SUMARIO

[0006] La presente descripción está dirigida a una bolsa flexible con una cinta microcapilar que permite la ventilación de aire (por presión mecánica, por ejemplo, laminación o compactación).

[0007] En una modalidad, se proporciona una bolsa flexible e incluye películas flexibles opuestas compuestas de un material polimérico. Las películas flexibles definen un borde periférico común. La bolsa flexible incluye una cinta microcapilar ubicada entre las películas flexibles opuestas y que se extiende a lo largo de una porción del borde periférico común. Un sello periférico se extiende a lo largo de al menos una porción del borde periférico común. El sello periférico sella la

cinta microcapilar entre las películas flexibles opuestas. El sello periférico forma un compartimento cerrado. La bolsa flexible incluye una cantidad de material particulado sólido fluido (FSPM) en el compartimento de almacenamiento.

5 [0008] Una ventaja de la presente descripción es la provisión de la cinta microcapilar en la bolsa flexible que proporciona un sistema económico (de bajo costo) y confiable para la eliminación de aire residual y la prevención de humedad externa en la bolsa flexible.

[0009] Una ventaja de la presente descripción es la bolsa flexible de alta resistencia para el almacenamiento de FSPM a granel, la bolsa flexible de alta resistencia que proporciona protección, resistencia al impacto y desgasificación confiable para la bolsa llena.

10

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0010] La Figura 1 es una vista en perspectiva de una bolsa flexible de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

15 [0011] La Figura 2 es un corte de sección ampliado de vista en planta del área 2 de la Figura 1 que muestra las películas flexibles y la cinta microcapilar de la bolsa flexible.

[0012] La Figura 3 es una vista en elevación de las películas flexibles y la cinta microcapilar de la Figura 2.

[0013] La Figura 3A es una vista en elevación de las películas flexibles y una cinta microcapilar multicapa de acuerdo con otra modalidad de la presente descripción.

20 [0014] La Figura 4 es una vista en perspectiva de un procedimiento de apilamiento de unas bolsas flexibles de alta resistencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

[0015] La Figura 4A es una vista en perspectiva ampliada del Área 4A de la Figura 4.

[0016] La Figura 5 es una vista en perspectiva de una bolsa flexible de acuerdo con otra modalidad de la presente descripción.

25 [0017] La Figura 5A es un corte de sección ampliado de vista en planta del Área 5A de la Figura 5.

[0018] La Figura 5B es una vista despiezada de la bolsa flexible de la Figura 5 que muestra las películas flexibles, la película perforada y la cinta microcapilar.

30 [0019] La Figura 6 es una vista en perspectiva de un procedimiento de apilamiento de bolsas flexibles de alta resistencia de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

DEFINICIONES

[0020] Cualquier referencia a la tabla periódica de los elementos es con respecto a la publicada por CRC Press, Inc., 1990-1991. La referencia a un grupo de elementos en esta tabla se realiza según la nueva notación para grupos de numeración.

35 [0021] A los fines de la práctica de patentes estadounidenses, los contenidos de cualquier patente, solicitud de patente o publicación a la que se haga referencia se incorporan por referencia en su totalidad (o su versión equivalente estadounidense se incorpora así por referencia)

especialmente con respecto a la descripción de definiciones (en la medida en que no sean contradictorias con ninguna de las definiciones específicamente proporcionadas en esta descripción) y de conocimiento general en la técnica.

5 **[0022]** Los rangos numéricos descritos en la presente descripción incluyen todos los valores desde el valor inferior al valor superior inclusive. Con respecto a los rangos que contienen valores explícitos (por ejemplo, 1 o 2, o 3 a 5, o 6, o 7), se incluye cualquier subrango entre dos valores explícitos cualesquiera (por ejemplo, 1 a 2; 2 a 6; 5 a 7; 3 a 7; 5 a 6; etc.).

10 **[0023]** A menos que se indique lo contrario, sea implícito a partir del contexto, o sea habitual en la técnica, todas las partes y porcentajes son en función del peso, y todos los métodos de prueba son actuales a la fecha de presentación de esta descripción.

15 **[0024]** El término “mezcla” o “mezcla de polímeros”, como se usa en la presente descripción, es una mezcla de dos o más polímeros. Tal mezcla puede ser o no ser miscible (no separada en fases a nivel molecular). Tal mezcla puede o no tener fases separadas. Tal mezcla puede o no contener una o más configuraciones de dominio, como se determina a partir de espectroscopia de electrones de transmisión, difracción de luz, dispersión de rayos X y otros métodos conocidos en la técnica.

20 **[0025]** El término “composición” se refiere a una mezcla de materiales que comprende la composición, así como productos de reacción y productos de descomposición formados a partir de los materiales de la composición.

25 **[0026]** Las expresiones “que comprende”, “que incluye”, “que tiene” y sus derivados no pretenden excluir la presencia de ningún componente, etapa o procedimiento adicional, ya sea que este se divulgue específicamente o no. Para evitar cualquier duda, todas las composiciones reivindicadas a través del uso de la expresión “que comprende” pueden incluir cualquier aditivo, adyuvante o compuesto adicional, ya sean poliméricos o no, a menos que se indique lo contrario. Por el contrario, la expresión “que consiste esencialmente en” excluye del alcance de cualquier mención sucesiva cualquier otro componente, etapa o procedimiento, excepto aquellos que no son esenciales para la operatividad. La expresión “que consiste en” excluye cualquier componente, etapa o procedimiento que no se defina o enumere específicamente. El término “o”, a menos que se indique lo contrario, se refiere a los miembros enumerados individualmente, así como en cualquier combinación. El uso del singular incluye el uso del plural y viceversa.

30 **[0027]** Un “polímero a base de etileno” es un polímero que contiene más de 50 por ciento en peso (% en peso) de monómero de etileno polimerizado (en función de la cantidad total de monómeros polimerizables) y, opcionalmente, puede contener al menos un comonómero. Un polímero a base de etileno incluye homopolímero de etileno y copolímero de etileno (es decir, unidades derivadas de etileno y uno o más comonómeros). Las expresiones “polímero a base de etileno” y “polietileno” pueden usarse indistintamente. Los ejemplos no limitativos de polímero a base
35 de etileno (polietileno) incluyen polietileno de baja densidad (LDPE) y polietileno lineal. Los ejemplos no limitativos de polietileno lineal incluyen polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de

ultra baja densidad (ULDPE), polietileno de muy baja densidad (VLDPE), copolímero a base de etileno (EPE) de componentes múltiples, copolímeros multibloque de etileno/ α -olefina (también denominados copolímeros en bloque de olefina (OBC)), polietileno lineal de baja densidad catalizado en un solo sitio (m-LLDPE), plastómeros/elastómeros sustancialmente lineales, o lineales, y polietileno de alta densidad (HDPE). Generalmente, el polietileno puede producirse en reactores de lecho fluidizado de fase gaseosa, reactores de proceso de suspensión de fase líquida o reactores de proceso de solución de fase líquida, mediante el uso de un sistema catalizador heterogéneo, tal como el catalizador Ziegler-Natta, un sistema catalizador homogéneo que comprende metales de transición del Grupo 4 y estructuras de ligando tales como metalloceno, heteroarilo no metallocénico centrado en metal, ariloxiéter heterovalente, fosfinimina, y otros. También pueden usarse combinaciones de catalizadores heterogéneos y/u homogéneos en configuraciones de reactor único o reactor dual.

[0028] “Polietileno de alta densidad” (o “HDPE”) es un homopolímero de etileno o un copolímero de etileno/ α -olefina con al menos un comonomero de C_4 - C_{10} α -olefina, o comonomero de C_4 - C_8 α -olefina y una densidad de 0.940 g/cc, o 0.945 g/cc, 0.950 g/cc, o 0.953 g/cc a 0.955 g/cc, o 0.960 g/cc, o 0.965 g/cc, o 0.970 g/cc, o 0.975 g/cc o 0.980 g/cc. El HDPE puede ser un copolímero monomodal o un copolímero multimodal. Un “copolímero de etileno monomodal” es un copolímero de etileno/ C_4 - C_{10} α -olefina que tiene un pico distinto en una cromatografía de permeación en gel (GPC) que muestra la distribución de peso molecular. Un “copolímero de etileno multimodal” es un copolímero de etileno/ C_4 - C_{10} α -olefina que tiene al menos dos picos distintos en una GPC que muestra la distribución de peso molecular. Multimodal incluye copolímeros que tienen dos picos (bimodales) así como copolímeros que tienen más de dos picos. Los ejemplos no limitativos de HDPE incluyen resinas de polietileno de alta densidad (HDPE) DOW™ (disponibles a través de The Dow Chemical Company), resinas de polietileno mejorado ELITE™ (disponibles a través de The Dow Chemical Company), resinas de polietileno bimodal CONTINUUM™ (disponibles a través de The Dow Chemical Company), LUPOLEN™ (disponible a través de LyondellBasell), así como productos de HDPE de Borealis, Ineos y ExxonMobil.

[0029] Un “interpolímero” es un polímero preparado mediante la polimerización de al menos dos monómeros diferentes. Este término genérico incluye copolímeros, generalmente empleados para referirse a polímeros preparados a partir de dos monómeros diferentes, y polímeros preparados a partir de más de dos monómeros diferentes, por ejemplo, terpolímeros, tetrapolímeros, etc.

[0030] El “polietileno de baja densidad” (o “LDPE”) consiste en un homopolímero de etileno, o copolímero de etileno/ α -olefina que comprende al menos una C_3 - C_{10} α -olefina que tiene una densidad de 0.915 g/cc a menos de 0.940 g/cc y contiene una ramificación de cadena larga con MWD amplia. Por lo general, el LDPE se produce mediante la polimerización de radicales libres a alta presión (reactor tubular o autoclave con iniciador de radicales libres). Los ejemplos no limitativos

de LDPE incluyen MarFlex™ (Chevron Phillips), LUPOLEN™ (LyondellBasell), así como productos de LDPE de The Dow Chemical Company, Borealis, Ineos, ExxonMobil y otros.

[0031] El “polietileno lineal de baja densidad” (o “LLDPE”) es un copolímero de etileno/ α -olefina lineal que contiene una distribución de ramificación de cadena corta heterogénea que comprende unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de al menos un comonomero de C_3 - C_{10} α -olefina. El LLDPE se caracteriza por una pequeña, si la hubiera, ramificación de cadena larga, en contraste con el LDPE convencional. El LLDPE tiene una densidad de 0.910 g/cc a menos de 0.940 g/cc. Los ejemplos no limitativos de LLDPE incluyen resinas de polietileno lineal de baja densidad TUFLIN™ (disponibles a través de The Dow Chemical Company), resinas de polietileno DOWLEX™ (disponibles a través de The Dow Chemical Company) y polietileno MARLEX™ (disponible a través de Chevron Phillips).

[0032] El “copolímero a base de etileno de componentes múltiples” (o “EPE”) comprende unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de al menos un comonomero de C_3 - C_{10} α -olefina, tales como los descritos en las referencias de las patentes estadounidenses 6,111,023; 5,677,383; y 6,984,695. Las resinas de EPE tienen una densidad de 0.905 g/cc a 0.962 g/cc. Los ejemplos no limitativos de resinas de EPE incluyen polietileno mejorado ELITE™ (disponible a través de The Dow Chemical Company), resinas de tecnología avanzada ELITE AT™ (disponibles a través de The Dow Chemical Company), resinas de polietileno (PE) SURPASS™ (disponibles a través de Nova Chemicals), y SMART™ (disponible a través de SK Chemicals Co.).

[0033] Un “polímero a base de olefina” o “poliolefina” es un polímero que contiene más de 50 por ciento en peso de monómero de olefina polimerizado (en función de la cantidad total de monómeros polimerizables) y, opcionalmente, puede contener al menos un comonomero. Los ejemplos no limitativos de polímero a base de olefina incluyen polímero a base de etileno y polímero a base de propileno.

[0034] Un “polímero” es un compuesto preparado mediante la polimerización de monómeros, ya sean del mismo tipo o de un tipo diferente, que en forma polimerizada proporcionan las “unidades” múltiples y/o repetitivas o “unidades mer” que forman un polímero. Por ende, el término genérico polímero abarca el término homopolímero, empleado generalmente para referirse a polímeros preparados a partir de un solo tipo de monómero, y el término copolímero, empleado generalmente para referirse a polímeros preparados a partir de al menos dos tipos de monómeros. También abarca todas las formas de copolímero, por ejemplo, aleatorio, en bloque, etc. Las expresiones “polímero de etileno/ α -olefina” y “polímero de propileno/ α -olefina” indican un copolímero, como se describió anteriormente, preparado a partir de la polimerización de etileno o propileno, respectivamente, y uno o más monómeros de α -olefina polimerizables adicionales. Se observa que, si bien a menudo se hace referencia a un polímero como “elaborado a partir de” uno o más monómeros especificados, “a base de” un monómero o tipo de monómero especificado, “que contiene” un contenido de monómero especificado, o similares, se entiende en este contexto que el término “monómero” se refiere al

remanente polimerizado del monómero especificado y no a la especie no polimerizada. En general, se hace referencia a los polímeros en la presente descripción como que son a base de “unidades” que son la forma polimerizada de un monómero correspondiente.

[0035] Un “polímero a base de propileno” es un polímero que contiene más de 50 por ciento en peso de monómero de propileno polimerizado (en función de la cantidad total de monómeros polimerizables) y, opcionalmente, puede contener al menos un comonómero. El polímero a base de propileno incluye homopolímero de propileno y copolímero de propileno (es decir, unidades derivadas de propileno y uno o más comonómeros). Las expresiones “polímero a base de propileno” y “polipropileno” pueden usarse indistintamente.

[0036] Los “polietilenos lineales de baja densidad catalizados en un solo sitio” (o “m-LLDPE”) son copolímeros lineales de etileno/ α -olefina que contienen una distribución de ramificación de cadena corta homogénea que comprende unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de al menos un comonómero de C_3 - C_{10} α -olefina. m-LLDPE tiene una densidad de 0.913 g/cc a menos de 0.940 g/cc. Los ejemplos no limitativos de m-LLDPE incluyen metalloceno PE EXCEED™ (disponible a través de ExxonMobil Chemical), m-LLDPE LUFLEXEN™ (disponible a través de LyondellBasell) y PF m-LLDPE ELTEX™ (disponible a través de Ineos Olefins & Polymers).

[0037] Cada uno de “polietileno de ultra baja densidad” (o “ULDPE”) y “polietileno de muy baja densidad” (o “VLDPE”) es un copolímero de etileno/ α -olefina lineal que contiene una distribución de ramificación de cadena corta heterogénea que comprende unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de al menos un comonómero de C_3 - C_{10} α -olefina. Cada uno de ULDPE y VLDPE tiene una densidad de 0.885 g/cc a 0.915 g/cc. Los ejemplos no limitativos de ULDPE y VLDPE incluyen resinas de polietileno de ultra baja densidad ATTANE™ (disponibles a través de The Dow Chemical Company) y resinas de polietileno de muy baja densidad FLEXOMER™ (disponibles a través de The Dow Chemical Company).

MÉTODOS DE PRUEBA

[0038] La densidad se mide de acuerdo con ASTM D792. El resultado se registra en gramos por centímetro cúbico (g/cc).

[0039] El índice de flujo de fusión (MFR) se mide de acuerdo con ASTM D1238 (230°C/2.16 kg). El resultado se informa en gramos eluidos cada 10 minutos (g/10 min).

[0040] El índice de fusión (MI) (I2) en g/10 min se mide mediante ASTM D1238 (190°C/2.16 kg). El índice de fusión (MI) (I10) en g/10 min se mide mediante ASTM D1238 (190°C/10 kg).

Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

[0041] Puede utilizarse calorimetría diferencial de barrido (DSC) para medir el comportamiento de fusión, cristalización y transición vítrea de un polímero en un rango de temperatura amplio. Por ejemplo, se utiliza el TA Instruments Q1000 DSC, equipado con un RCS (sistema de enfriamiento refrigerado) y un automuestreador, para realizar este análisis. Durante las pruebas, se utiliza un flujo de gas de purga de nitrógeno de 50 mL/min. Cada muestra se prensa por fusión para formar una

película delgada a alrededor de 175°C; luego se enfría la muestra fundida al aire hasta temperatura ambiente (alrededor de 25°C). Se extrae una muestra de 3-10 mg y 6 mm de diámetro del polímero enfriado, se pesa, se coloca en una batea de aluminio liviana (aproximadamente 50 mg), y se cierra a presión. Luego se realiza un análisis para determinar sus propiedades térmicas.

- 5 **[0042]** Se determina el comportamiento térmico de la muestra al aumentar y disminuir la temperatura de la muestra a fin de crear un perfil de flujo de calor en comparación con la temperatura. En primer lugar, la muestra se calienta rápidamente hasta 180°C, y se mantiene isotérmica durante 3 minutos para eliminar su historial térmico. Luego, la muestra se enfría hasta -40°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/minuto, y se mantiene isotérmica a -40°C durante 3 minutos. Luego, la muestra se calienta hasta 180°C (este es el aumento de “segundo calentamiento”) a una velocidad de calentamiento de 10°C/minuto. Se registran las curvas de enfriamiento y de segundo calentamiento. La curva de enfriamiento se analiza mediante el establecimiento de criterios de valoración iniciales desde el inicio de la cristalización hasta -20°C. Se analiza la curva de calentamiento mediante el establecimiento de criterios de valoración iniciales desde -20 °C hasta el final de la fusión. Los valores determinados son el inicio extrapolado de fusión, T_m , y el inicio extrapolado de cristalización, T_c . El calor de fusión (H_f) (en Joules por gramo), y el % de cristalinidad calculado para muestras de polietileno usando la siguiente Ecuación: % de cristalinidad = $((H_f)/292 \text{ (J/g)}) \times 100$

- 10 **[0043]** El calor de fusión (H_f) (también conocido como entalpía de fusión) y la temperatura de fusión pico se informan a partir de la segunda curva de calentamiento. La temperatura de cristalización pico se determina a partir de la curva de enfriamiento.

- 15 **[0044]** El punto de fusión, T_m , se determina a partir de la curva de calentamiento de DSC al trazar primero el valor inicial entre el inicio y el final de la transición de fusión. Luego se traza una línea tangente a los datos en el lado de temperatura baja del pico de fusión. El lugar donde esta línea se cruza con el valor inicial es el inicio extrapolado de fusión T_m . Esto es como se describe en Bernhard Wunderlich, *The Basis of Thermal Analysis, en Thermal Characterization of Polymeric Materials* 92, 277–278 (Edith A. Turi ed., 2ª edición 1997).

- 25 **[0045]** La temperatura de cristalización, T_c , se determina a partir de una curva de enfriamiento de DSC como se definió anteriormente, excepto que la línea tangente se traza en el lado de temperatura alta del pico de cristalización. El lugar donde esta tangente se cruza con el valor inicial es el inicio extrapolado de cristalización (T_c).

Cromatografía de permeación en gel (GPC)

- 30 **[0046]** Se utiliza un sistema de cromatografía de permeación en gel (GPC) a alta temperatura, equipado con el sistema de suministro con asistencia automatizada (RAD) para la preparación y la inyección de muestras. El detector de concentración es un detector de infrarrojos (IR-5) de Polymer Char Inc. (Valencia, España). La recolección de datos se realiza utilizando una caja de adquisición de datos Polymer Char DM 100. El solvente portador es 1,2,4-triclorobenceno (TCB). El sistema está

equipado con un dispositivo de desgasificación de solventes en línea de Agilent. El compartimento de la columna se opera a 150°C. Las columnas son cuatro columnas Mixed A LS de 30 cm y 20 micrómetros. El solvente es 1,2,4-triclorobenceno (TCB) purgado con nitrógeno, que contiene aproximadamente 200 ppm de 2,6-di-t-butil-4-metilfenol (BHT). La velocidad de flujo es de 1.0 mL/min, y el volumen de inyección es de 200 µL. Se prepara una concentración de muestra de “2 mg/mL” mediante disolución de la muestra en TCB purgado con N₂ y precalentado (que contiene 200 ppm de BHT) durante 2.5 horas a 160°C, con agitación suave.

[0047] El conjunto de columnas de GPC se calibra mediante la ejecución de veinte estándares de poliestireno con distribución de peso molecular estrecha. El peso molecular (MW) de los estándares varía de 580 g/mol a 8,400,000 g/mol, y los estándares están contenidos en seis mezclas de “cócteles”. Cada mezcla de estándares tiene al menos una decena de separación entre pesos moleculares individuales. Los pesos moleculares de polipropileno equivalentes de cada estándar de PS se calculan mediante la siguiente ecuación, con los coeficientes de Mark-Houwink informados para polipropileno (Th.G. Scholte, N.L.J. Meijerink, H.M. Schoffeleers, y A.M.G. Brands, J. Appl. Polym. Sci., 29, 3763–3782 (1984)) y poliestireno (E.P. Otocka, R.J. Roe, N.Y. Hellman, y P.M.

Muglia, Macromolecules, 4, 507 (1971)):
$$M_{PP} = \left(\frac{K_{PS} M_{PS}^{a_{PS}+1}}{K_{PP}} \right)^{\frac{1}{a_{PP}+1}}$$
 (Ec. 1), donde M_{PP} es el MW equivalente a PP, M_{PS} es el MW equivalente a PS, los valores log K y a de los coeficientes de Mark-Houwink para PP y PS se enumeran a continuación.

Polímero	a	log K
Polipropileno	0.725	-3.721
Poliestireno	0.702	-3.900

[0048] Se genera una calibración logarítmica de peso molecular mediante un ajuste polinomial de cuarto orden como una función del volumen de elución. Los pesos moleculares promedio en

número y promedio en peso se calculan de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$M_n = \frac{\sum^i w f_i}{\sum^i (w f_i / M_i)}$$

(Ec. 2),
$$M_w = \frac{\sum^i (w f_i * M_i)}{\sum^i (w f_i)}$$
 (Ec. 3), donde $w f_i$ y M_i son la fracción en peso y el peso molecular del componente de elución i , respectivamente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0049] La presente descripción proporciona una bolsa flexible. La bolsa flexible incluye películas flexibles opuestas, cada película flexible se compone de un material polimérico. Las películas flexibles opuestas definen un borde periférico común. Una cinta microcapilar se ubica entre las películas flexibles opuestas. Un sello periférico se extiende a lo largo de al menos una porción del borde periférico común. El sello periférico sella la cinta microcapilar entre las películas flexibles

opuestas. El sello periférico forma un compartimento cerrado. Una cantidad de un material particulado sólido fluido está presente en el compartimento cerrado.

[0050] En una modalidad, la Figura 1 muestra una bolsa flexible 2. La bolsa flexible 2 incluye una cinta microcapilar 10, una película flexible 22, una película flexible 24 y una cantidad de un material particulado sólido fluido 32. Los componentes, características e interrelaciones entre cada uno de estos elementos se describen en detalle a continuación.

1. Cinta microcapilar

[0051] La presente bolsa flexible incluye una cinta microcapilar. La cinta microcapilar puede sellarse en cualquier lugar de la bolsa flexible. La cinta microcapilar puede sellarse a una cara de la bolsa flexible. La cinta microcapilar puede colocarse entre las películas de sellado, donde el sello no está en los bordes periféricos de la superficie de la bolsa. La cinta microcapilar puede sellarse a lo largo de un sello de aleta y/o a lo largo de un sello de solape que se extiende a lo largo del centro de la bolsa flexible, por ejemplo.

[0052] En una modalidad, las Figuras 1, 2, 3 y 3A muestran una cinta microcapilar 10 que está sellada entre las películas flexibles opuestas 22, 24 (como se describirá en detalle a continuación). Las Figuras 1-3A representan diversas vistas de una cinta microcapilar 10 (o cinta 10). La cinta microcapilar 10 se compone de múltiples capas (11a, 11b) de un material polimérico. Mientras se representan solo dos capas (11a, 11b) en la Figura 3, la cinta microcapilar 10 puede incluir una, o tres, o cuatro, o cinco, o seis, o más capas 11a-11f, como se muestra en la Figura 3A.

[0053] Como se muestra en las Figuras 2 y 3, la cinta microcapilar 10 tiene volúmenes vacíos 12 y un primer extremo 14 y un segundo extremo 16. La cinta microcapilar 10 se compone de una matriz 18, que es un material polimérico. La matriz 18 puede comprender capas recíprocas (tales como las capas 11a, 11b). Alternativamente, la matriz 18 puede ser un material polimérico integral y uniforme.

[0054] Uno o más canales 20 están dispuestos en la matriz 18. Los canales 20 están dispuestos a lo largo y se extienden del primer extremo 14 al segundo extremo 16 de la cinta microcapilar 10. Los canales 20 están posicionados entre las capas 11a, 11b. El número de canales 20 puede variarse según se desee. Cada canal 20 tiene una forma de sección transversal. Los ejemplos no limitativos de formas de sección transversal adecuadas para los canales incluyen óvalo, ovoide, círculo, curvilínea, triángulo, cuadrado, rectángulo, estrella, rombo y combinaciones de estas.

[0055] Los canales 20 tienen un diámetro, D, como se muestra en la Figura 3. El término “diámetro”, como se utiliza en la presente descripción, es el eje más largo del canal 20, desde una vista en sección transversal. En una modalidad, el diámetro, D, es de 50 micrómetro (μm), o 100 μm , o 150 μm , o de 200 μm a 250 μm , o 300 μm , o 350 μm , o 400 μm , o 500 μm , o 600 μm , o 700 μm , u 800 μm , o 900 μm , o 1000 μm .

[0056] En una modalidad, el diámetro, D, es de 300 μm , o de 400 μm , o de 500 μm a 600 μm , o de 700 μm , o de 800 μm , o de 900 μm o de 1000 μm .

- [0057]** Los canales 20 pueden o no ser paralelos entre sí. El término “paralelo”, como se utiliza en la presente descripción, indica los canales que se extienden en la misma dirección y nunca se intersecan.
- [0058]** En una modalidad, los canales 20 son paralelos.
- 5 **[0059]** En una modalidad, los canales 20 no son paralelos, o son no paralelos.
- [0060]** Un espaciado, S, de la matriz 18 (material polimérico) está presente entre los canales 20, como se muestra en la Figura 3. En una modalidad, el espaciado, S, es de 1 micrómetro (μm), o 5 μm , o 10 μm , o 25 μm , o 50 μm , o 100 μm , o 150 μm , o de 200 μm a 250 μm , o 300 μm , o 350 μm , o 400 μm , o 500 μm , o 1000 μm , o 2000 μm o 3000 μm .
- 10 **[0061]** La cinta microcapilar 10 tiene un espesor, T y un ancho, W, como se muestra en la Figura 3. En una modalidad, el espesor, T, es de 10 μm , o 20 μm , o 30, o 40 μm , o 50 μm , o 60 μm , o 70 μm , o 80 μm , o 90 μm , o 100 μm a 200 μm , o 500 μm , o 1000 μm , o 1500 μm , o 2000 μm .
- [0062]** En una modalidad, el eje corto de la cinta microcapilar 10 es de 20%, o 30%, o 40%, o 50% a 60%, o 70%, o 80% del espesor, T. El “eje corto” es el eje más corto del canal 20 desde el
- 15 punto de vista de la sección transversal. El eje más corto es típicamente la “altura” del canal considerando la cinta microcapilar en una posición horizontal.
- [0063]** En una modalidad, la cinta microcapilar 10 tiene un espesor T, de 50 μm , o 60 μm , o 70 μm , o 80 μm , o 90 μm , o de 100 μm a 200 μm , o 500 μm , o 1000 μm , o 1500 μm , o 2000 μm . En una modalidad adicional, la cinta microcapilar 10 tiene un espesor, T, de 600 μm a 1000 μm .
- 20 **[0064]** En una modalidad, la cinta microcapilar 10 tiene un ancho, W, de 0,5 centímetros (cm), o 1.0 cm, o 1.5 cm, o 2.0 cm, o 2.5 cm, o 3.0 cm, o de 5.0 cm a 8,0 cm, o 10.0 cm, o 20.0 cm, o 30.0 cm, o 40.0 cm, o 50.0 cm, o 60.0 cm, o 70.0 cm, o 80.0 cm, o 90.0 cm, o 100.0 cm.
- [0065]** En una modalidad, la cinta microcapilar 10 tiene un ancho, W, de 0.5 cm, o 1.0 cm, o de 2.0 cm a 2.5 cm, o 3.0 cm, o 4.0 cm, o 5.0 cm.
- 25 **[0066]** En una modalidad, la cinta microcapilar 10 tiene un ancho, W, de 0.1 cm, o 0.5 cm, o de 1.0 cm a 2.0 cm, o 3.0 cm, o 5.0 cm, o 7.0 cm, o 10.0 cm.
- [0067]** En una modalidad, los canales 20 tienen un diámetro, D, de 300 μm a 1000 μm ; la matriz 18 tiene un espaciado, S, de 300 μm a 2000 μm ; y la cinta microcapilar 10 tiene un espesor, T, de 50 μm a 2000 μm , y un ancho, W, de 1.0 cm a 4.0 cm.
- 30 **[0068]** La cinta microcapilar 10 puede comprender al menos 10 por ciento en volumen de la matriz 18, en función del volumen total de la cinta microcapilar 10; por ejemplo, la cinta microcapilar 10 puede comprender de 90 a 10 por ciento en volumen de la matriz 18, en función del volumen total de la cinta microcapilar 10; o, como alternativa, de 80 a 20 por ciento en volumen de la matriz 18, en función del volumen total de la película microcapilar 10; o, como alternativa, de 80 a 30 por ciento en
- 35 volumen de la matriz 18, en función del volumen total de la cinta microcapilar 10; o como alternativa, de 80 a 50 por ciento en volumen de la matriz 18, en función del volumen total de la cinta microcapilar 10.

[0069] La cinta microcapilar 10 puede comprender de 10 a 90 por ciento por volumen de vacío, en función del volumen total de la cinta microcapilar 10; por ejemplo, la cinta microcapilar 10 puede comprender de 20 a 80 por ciento por volumen de vacío, en función del volumen total de la cinta microcapilar 10; o, como alternativa, de 20 a 70 por ciento por volumen de vacío, en función del volumen total de la cinta microcapilar 10; o, como alternativa, de 20 a 50 por ciento por volumen de vacío, en función del volumen total de la cinta microcapilar 10.

[0070] La matriz 18 se compone de uno o más materiales poliméricos. Los ejemplos no limitativos de materiales poliméricos adecuados incluyen copolímeros de etileno/C₃-C₁₀ α-olefina lineales o ramificados; copolímeros de etileno/C₄-C₁₀ α-olefina lineales o ramificados; polímero a base de propileno (incluidos plastómero y elastómero, copolímero de propileno aleatorio, homopolímero de propileno, y copolímero de impacto de propileno); polímero a base de etileno (incluidos plastómero y elastómero, polietileno de alta densidad (HDPE); polietileno de baja densidad (LDPE); polietileno lineal de baja densidad (LLDPE); polietileno de densidad media (MDPE)); etileno-ácido acrílico o etileno-ácido metacrílico y sus ionómeros con sales de zinc, sodio, litio, potasio, magnesio, copolímeros de etileno-acetato de vinilo y mezclas de estos.

[0071] En una modalidad, la matriz 18 se compone de uno o más de los siguientes polímeros: resina de polietileno mejorada ELITE™ 5100G con una densidad de 0.92 g/cc según ASTM D792, un Índice de Fusión de 0.85 g/10 min@190 °C, 2.16 kg según ASTM D1238, y temperatura de fusión de 123 °C; resina de polietileno de baja densidad DOW™ LDPE 501I con una densidad de 0.922 g/cc según ASTM D792, un Índice de Fusión de 1.9 g/10min@190 °C, 2.16 kg y una temperatura de fusión de 111 °C; resina de polietileno de alta densidad UNIVAL™ DMDA-6400 NT7 con una densidad de 0.961 g/cc según ASTM D792, un Índice de Fusión de 0.8 g/10 min@190 °C, 2.16 kg y una temperatura de fusión de 111 °C; polipropileno Braskem PP H314-02Z con una densidad de 0.901 g/cc según ASTM D792, un Índice de Fusión de 2.0 g/10min@230 °C, 2.16 kg, y una temperatura de fusión de 163 °C, copolímero de múltiples bloques de etileno/C₄-C₁₂ α-olefinas tales como INFUSE™ 9817, INFUSE™ 9500, INFUSE™ 9507, INFUSE™ 9107, INFUSE™ 9100 disponible de The Dow Chemical Company.

[0072] En una modalidad, la matriz 18 está compuesta de una mezcla de HDPE y LDPE. La mezcla de HDPE / LDPE contiene de 75% en peso, u 80% en peso a 85% en peso, o 90% en peso de HDPE y una cantidad recíproca de LDPE, o de 25% en peso o 20% en peso a 15% en peso, o 10% en peso de LDPE. El porcentaje en peso se basa en el peso total de la matriz 18.

[0073] En una modalidad, la matriz 18 se compone de una mezcla polimérica de LLDPE y LDPE. La mezcla LLDPE/LDPE contiene de 75% en peso, o de 80% en peso a 85% en peso, o 90% en peso de LLDPE y una cantidad recíproca de LDPE, o de 25% en peso o 20% en peso a 15% en peso, o 10% en peso de LDPE. El porcentaje en peso se basa en el peso total de la matriz 18. En una modalidad adicional, la matriz 18 es una mezcla de LLDPE ELITE 5100 (disponible de The Dow

Chemical Company) y LDPE 501I LDPE (disponible de The Dow Chemical Company) en los respectivos rangos de porcentajes en peso de LLDPE y LDPE establecidos en este párrafo.

[0074] En una modalidad, la matriz 18 se compone de una mezcla de 80% en peso de LLDPE y 20% en peso de LDPE. El porcentaje en peso se basa en el peso total de la matriz 18.

5 2. Películas flexibles

[0075] La presente bolsa flexible incluye películas flexibles opuestas. Cada película flexible puede ser una película monocapa o una película multicapa. Las dos películas opuestas pueden ser componentes de una sola hoja (plegada) (o bobina) en donde los extremos de la hoja se pliegan sobre sí mismos y posteriormente se sellan juntos. Alternativamente, las películas flexibles pueden ser películas separadas y distintas, es decir, una primera película flexible y una segunda película flexible opuesta. La composición de cada película flexible puede ser igual o diferente. La estructura de cada película flexible puede ser igual o diferente.

[0076] En una modalidad, cada película flexible es una película multicapa flexible que tiene al menos dos, o al menos tres capas. La película multicapa flexible es resistente, flexible, deformable y plegable. La estructura y la composición de cada una de las dos películas multicapa flexibles puede ser igual o diferente. Por ejemplo, cada una de las dos películas multicapa flexibles puede elaborarse a partir de una bobina diferente, cada bobina tiene una estructura única y/o una composición, acabado o impresión únicos.

[0077] En una modalidad, la bolsa flexible se forma a partir de películas flexibles opuestas que son películas flexibles multicapa. Cada película flexible puede ser (i) una estructura multicapa coextruida, (ii) un laminado, o (iii) una combinación de (i) y (ii). En una modalidad, cada película multicapa flexible tiene al menos tres capas: una capa de sellado, una capa externa y un adhesivo de coextrusión entre estas. El adhesivo de coextrusión une la capa de sellado con la capa externa. La película multicapa flexible puede incluir una o más capas internas opcionales dispuestas entre la capa de sellado y la capa externa.

[0078] En una modalidad, cada película multicapa flexible es una película coextruida que tiene al menos dos, o tres, o cuatro, o cinco, o seis, o siete a ocho, o nueve, o diez, u once, o más capas. Algunos métodos que se usan, por ejemplo, para producir películas son métodos de coextrusión por fundición o coextrusión por soplado, laminación adhesiva, laminación por extrusión, laminación térmica y recubrimientos tales como deposición de vapor. También son posibles combinaciones de estos métodos. Las capas de película pueden comprender, además de los materiales poliméricos, aditivos tales como estabilizantes, aditivos de deslizamiento, aditivos antibloqueo, auxiliares de proceso, clarificadores, nucleadores, pigmentos o colorantes, agentes de relleno y agentes de refuerzo, y combinaciones de ellos, como se describió anteriormente para la película monocapa.

[0079] Cada película multicapa flexible se compone de uno o más materiales poliméricos. Los ejemplos no limitativos de materiales poliméricos adecuados para la capa de sellado incluyen polímero a base de olefina, incluido cualquier copolímero de etileno/C₃-C₁₀ α-olefina lineal o

ramificado; copolímeros de etileno/C₄-C₁₀ α -olefina lineales o ramificados; polímero a base de propileno (incluidos plastómero y elastómero; copolímero de propileno aleatorio); polímero a base de etileno (incluidos plastómero y elastómero, polietileno de alta densidad (HDPE); polietileno de baja densidad (LDPE); polietileno lineal de baja densidad (LLDPE); polietileno de densidad media (MDPE)); etileno-ácido acrílico o etileno-ácido metacrílico y sus ionómeros con sales de zinc, sodio, litio, potasio, magnesio, copolímeros de etileno-acetato de vinilo y mezclas de estos.

[0080] Los ejemplos no limitantes de material polimérico adecuado para la capa externa incluyen aquellos que se usan para hacer películas orientadas biaxial o monoaxialmente para laminación, así como también, películas coextruidas. Algunos ejemplos de materiales poliméricos no limitantes son tereftalato de polietileno orientado biaxialmente (OPET), nylon orientado monoaxialmente (MON), nylon orientado biaxialmente (BON) y polipropileno orientado biaxialmente (BOPP). Otros materiales poliméricos útiles en la construcción de capas de película para el beneficio estructural son polipropilenos (tales como homopolímero de propileno, copolímero de propileno aleatorio, copolímero de impacto de propileno, polipropileno termoplástico (TPO) y similares), plastómeros a base de propileno (por ejemplo, VERSIFY™ o VISTAMAX™), poliamidas (tal como Nylon 6, Nylon 6.6, Nylon 6.66, Nylon 6.12; Nylon 12; etc.), polietileno norborneno, copolímeros de olefinas cíclicas, poliacrilonitrilo, poliésteres, copoliésteres (tal como tereftalato de polietilenglicol (PETG)), ésteres de celulosa, polietileno y copolímeros de etileno (por ejemplo, LLDPE a base de copolímero de etileno octeno tal como DOWLEX™), mezclas de estos; y combinaciones multicapa de estos.

[0081] Los ejemplos no limitativos de materiales poliméricos adecuados para el adhesivo de coextrusión incluyen polímeros a base de etileno funcionalizados, tales como copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA); polímeros con anhídrido maleico injertado en poliolefinas como cualquier polietileno; copolímeros de etileno, o polipropileno y copolímeros de etileno acrilato tales como copolímero de etileno acrilato de metilo (EMA); glicidilo que contiene copolímeros de etileno; propileno y copolímeros en bloque de olefina a base de etileno tales como INFUSE™ (Copolímeros en Bloque de Olefina disponibles a través de The Dow Chemical Company) e INTUNE™ (Copolímeros en Bloque de Olefina a base de PP disponibles a través de The Dow Chemical Company); y mezclas de estos.

[0082] Cada película multicapa flexible puede incluir capas adicionales que pueden contribuir a la integridad estructural o proporcionar propiedades específicas. Las capas adicionales pueden agregarse a las capas de polímero adyacentes por medios directos o mediante el uso de adhesivos de coextrusión adecuados. Los polímeros que pueden proporcionar beneficios de rendimiento adicionales, tales como rigidez, tenacidad u opacidad, así como los polímeros que pueden ofrecer propiedades aislantes de gases o resistencia química, pueden agregarse a la estructura.

[0083] Los ejemplos no limitantes de material adecuado para la capa de barrera opcional incluyen copolímeros de cloruro de vinilideno y acrilato de metilo, metacrilato de metilo o cloruro de

vinilo (por ejemplo, resinas SARAN™ disponibles a través de The Dow Chemical Company); copolímero de vinil-etileno alcohol vinílico (EVOH); y lámina metálica (tal como, lámina de aluminio). De manera alternativa, pueden usarse películas poliméricas modificadas, tales como óxido de aluminio o silicio depositado en vapor sobre películas como BON, OPET u OPP, para obtener propiedades aislantes cuando se usan en películas multicapa laminadas.

[0084] En una modalidad, la película multicapa flexible incluye una capa de sellado seleccionada de LLDPE (vendida con el nombre comercial DOWLEX™ (The Dow Chemical Company)); copolímeros de etileno alfa-olefina lineales, o sustancialmente lineales LLDPE de un solo sitio, incluyendo polímeros vendidos con el nombre comercial AFFINITY™ o ELITE™ (The Dow Chemical Company), por ejemplo, plastómeros o elastómeros a base de propileno tales como VERSIFY™ (The Dow Chemical Company) y mezclas de estos. Se selecciona un adhesivo de coextrusión opcional de, o bien un copolímero en bloque de olefina a base de etileno, Copolímero en bloque de Olefina INFUSE™, (disponible a través de The Dow Chemical Company) o un copolímero en bloque de olefina a base de propileno tal como INTUNE™ (disponible a través de The Dow Chemical Company), y mezclas de estos. La capa externa incluye más del 50 % en peso de resinas que tienen un punto de fusión, T_m, que es de 25 °C a 30 °C, o 40 °C o superior al punto de fusión del polímero en la capa de sellado, en donde el polímero de capa externa comprende resinas tales como resina de polietileno mejorada DOWLEX™ LLDPE, ELITE™, MDPE, HDPE, o un polímero a base de propileno tal como VERSIFY™, VISTAMAX™, un homopolímero de propileno, un copolímero de impacto de propileno, o TPO.

[0085] En una modalidad, se coextruye la película multicapa flexible.

[0086] En una modalidad, la película multicapa flexible incluye una capa de sellado seleccionada de LLDPE (vendida con el nombre comercial DOWLEX™ (The Dow Chemical Company)); LLDPE de un solo sitio (polímeros de olefinas sustancialmente lineales o lineales, que incluyen polímeros vendidos con el nombre comercial AFFINITY™ o ELITE™ (The Dow Chemical Company), por ejemplo), plastómeros o elastómeros a base de propileno tales como VERSIFY™ (The Dow Chemical Company); y mezclas de estos. La película multicapa flexible también incluye una capa externa que es una poliamida.

[0087] En una modalidad, cada película flexible es una película monocapa. Las Figuras 1, 2, 3 y 3A muestran una modalidad en donde la bolsa flexible 2 incluye dos películas flexibles, película flexible 22 (primera película flexible) y película flexible 24 (segunda película flexible opuesta). Cada película flexible 22, 24 es una película monocapa. Cada película flexible 22, 24 es elástica, flexible, deformable y maleable. Cada película flexible 22, 24 tiene la misma composición de material polimérico.

[0088] En una modalidad, la composición para cada película flexible monocapa 22, 24 es la misma y la composición es un material polimérico que es una mezcla de LLDPE y LDPE. La mezcla de material polimérico para las películas flexibles monocapas 22, 24 contienen desde 70% en peso,

o 75% en peso, u 80% en peso a 85% en peso, o 90% en peso, o 95% en peso de LLDPE y una cantidad recíproca de LDPE, o de 30% en peso, o 25% en peso, o 20% en peso a 15% en peso, o 10% en peso, o 5% en peso de LDPE. En una modalidad adicional, cada película flexible 22, 24 se c únicamente de la mezcla LLDPE / LDPE (y aditivos opcionales) en las relaciones en peso presentadas en este párrafo. Los ejemplos no limitantes de aditivos adecuados (opcionales) que pueden estar presentes en cada película flexible incluyen estabilizadores, aditivos deslizantes, aditivos antibloqueo, auxiliares de proceso, clarificadores, nucleadores, pigmentos o colorantes, cargas, agentes de refuerzo y combinaciones de los mismos.

[0089] En una modalidad, cada película flexible 22, 24 es una película monocapa compuesta de 90% en peso de LLDPE y 10% en peso de LDPE. Un ejemplo no limitativo de un LLDPE adecuado es DOWLEX 2045G, disponible de The Dow Chemical Company. Un ejemplo no limitativo de un LDPE adecuado es LDPE 132I, disponible de The Dow Chemical Company.

3. Borde periférico común

[0090] Las películas flexibles opuestas 22 y 24 se superponen una sobre la otra y forman un borde periférico común 26 como se muestra en la Figura 1. El borde periférico común 26 define una forma perimetral para la bolsa flexible. La forma perimetral para la bolsa flexible 2 puede ser un polígono (tal como un triángulo, cuadrado, rectángulo, rombo, pentágono, hexágono, heptágono, octágono, etc.) o una elipse (tal como un ovoide, un óvalo o un círculo).

[0091] La cinta microcapilar 10 se sitúa entre la película flexible 22 y la película flexible opuesta 24. La cinta microcapilar 10 puede extenderse o no a lo largo de toda la longitud de un lado del polígono (para el borde perimetral). La Figura 1 muestra una modalidad en donde la cinta microcapilar 10 se extiende a lo largo de solo una parte de la longitud de un lado del polígono, es decir, a lo largo de una parte de un lado de la forma del polígono perimetral de un rectángulo para bolsa flexible 2.

[0092] Un sello periférico 28 se extiende a lo largo de al menos una porción del borde periférico común 26. El sello periférico 28 sella, o se adhiere de otro modo, la película flexible 22 a la película flexible 24. El sello periférico 28 también sella, o se adhiere de otro modo, la cinta microcapilar 10 entre la película flexible 22 y la película flexible opuesta 24. El sello periférico 28 sella la cinta microcapilar 10 entre las películas flexibles opuestas 22, 24 y forma un sello hermético entre ellas. El sello periférico 28 se forma mediante sello ultrasónico, sello térmico, sello adhesivo, y combinaciones de estos.

[0093] En una modalidad, el sello periférico 28 se forma mediante un procedimiento de sellado térmico. El término “sellado térmico”, como se usa en la presente descripción, es el acto de colocar dos o más películas de material polimérico entre barras de sellado térmico opuestas, en donde las barras de sellado térmico se mueven una hacia la otra, intercalando las películas, para aplicar calor y presión a las películas de tal manera que las superficies interiores opuestas (capas de sellado) de las películas entren en contacto, se fundan y formen un sello térmico, o se suelden, para unir las

películas entre sí. El sellado térmico incluye una estructura y mecanismo adecuados para mover las barras de sellado acercándose y alejándose una de la otra con el fin de realizar el procedimiento de sellado térmico.

[0094] En una modalidad, el sello entre la cinta microcapilar 10 y las películas flexibles 22, 24 se produce en una condición de sellado 1. La condición de sellado 1 es suficiente: (i) fusionar el material polimérico de la matriz 18 a las películas flexibles 22, 24 y formar un sello hermético entre la cinta microcapilar 10 y las películas flexibles 22 y 24 y (ii) para fusionar el material polimérico de la película flexible 22 a la película flexible opuesta 24 y formar un sello hermético entre la película flexible 22 y la película flexible 24.

[0095] En una modalidad, la condición de sellado térmico (1) puede implicar una presión de sellado que se deforma, colapsa o aplasta de otro modo uno, algunos o todos los canales 20 de la cinta microcapilar 10. El solicitante descubrió que aunque puede producirse deformación o colapso capilar durante el sellado térmico, la capacidad de la cinta microcapilar 10 para desgasificar, o de otro modo expulsar, el aire residual del interior de la bolsa flexible permanece intacto.

[0096] El sello periférico 28 se extiende a lo largo de al menos una porción del borde periférico común 26. En una modalidad, el sello periférico 28 se extiende a lo largo de todo el borde periférico 26 como se muestra en la Figura 1.

[0097] La Figura 1 muestra que el sello periférico 28 forma un compartimento cerrado 30 dentro de la bolsa flexible 2. Una cantidad de un material particulado sólido fluido 32 está presente en el compartimento cerrado 30. Un “material particulado sólido fluido” (usado indistintamente con “FSPM”), como se usa en la presente descripción, es un sólido compuesto de una gran cantidad de partículas que (i) fluyen libremente cuando se agitan o inclinan, y/o (ii) fluye libremente a través de un conducto sin la ayuda de pasos adicionales para mejorar el flujo, como la fluidización, por ejemplo.

[0098] En una modalidad, la FSPM tiene un D50 de 1 μm a 1000 μm , en donde D50 se mide de acuerdo con ISO 13320 (Análisis de tamaño de partículas – Método de difracción láser). El término “D50”, como se usa en la presente descripción, significa el punto en una distribución de tamaño de partícula, hasta e incluyendo el cual, está contenido el 50% del volumen total de material en la muestra. Por ejemplo, si el D50 para la FSPM es de 200 μm , esto significa que el 50% de la muestra de FSPM tiene un tamaño de partícula de 200 μm o menor. En una modalidad adicional, las partículas en el FSPM tienen un D50 desde 1 μm , o 5 μm , o 10 μm , o 25 μm , o 50 μm , o 75 μm , o 100 μm , o 150 μm , o de 200 μm a 250 μm , o 300 μm , o 400 μm , o 500 μm , o 600 μm , o 700 μm , u 800 μm , o 900 μm o 1000 μm .

[0099] Ejemplos no limitantes de FSPM incluyen polvos, granos, gránulos, sólidos granulares, guijarros y combinaciones de los mismos. Otros ejemplos no limitantes de FSPM incluyen harina (D50, 1-200 μm), cemento (D50 1-100 μm), terrones de azúcar (D50 $\sim$ 1 cm), azúcar gruesa (D50 $\sim$ 1000 μm), azúcar en polvo (D50 $\sim$ 500 μm), azúcar glas (D50 $\sim$ 50 μm y menos), azúcar ultrafina

(D50 ~6 μm), leche entera en polvo (D50 ~98 μm), trigo (D50 ~23 μm), almidón (D50 ~30 μm), sal (D50 ~1180 μm), y cualquier combinación de los mismos.

[00100] En una modalidad, la bolsa flexible es una bolsa flexible de alta resistencia. Una “bolsa flexible de alta resistencia”, como se usa en la presente descripción, es una bolsa flexible como se describió anteriormente en donde cada película flexible tiene un espesor de 0.050 mm, 0.10 mm, o 0.15 mm, o 0.20 mm a 0.25 mm, o 0.30 mm, o 0.4 mm. Además, la bolsa flexible de alta resistencia contiene una cantidad a granel de FSPM 32. Una “cantidad a granel de FSPM”, como se usa en la presente descripción, es de 4.5 kilogramos (kg), o 5 kg, o 10 kg, o 15 kg, o 20 kg a 25 kg, o 30 kg, o 35 kg, o 40 kg o 45 kg de la FSPM.

[00101] En una modalidad, las Figuras 4, 4A muestran bolsas flexibles 2A, 2b que son bolsas flexibles de alta resistencia, siendo las películas flexibles 22, 24 para cada bolsa flexible de alta resistencia 2a, 2b la misma composición (mezcla HDPE/LLDPE) y la misma estructura (película monocapa), cada película flexible 22, 24 para bolsas flexibles de alta resistencia 2a, 2b que tienen un espesor de 0.10 mm, o 0.15 mm a 0.20 mm, o 0.25 mm. Cada bolsa flexible de alta resistencia 2a, 2b contiene una cantidad a granel —de 4.5 kg a 45 kg— de FSPM 32 dentro del compartimento de almacenamiento 30.

[00102] La cinta microcapilar 10 permite que el aire residual que está presente en el compartimento cerrado sea evacuado del compartimento cerrado 30. Las Figuras 4, 4A muestran una modalidad en donde las bolsas de alta resistencia se apilan, una encima de la otra, sobre un palé 34. Las bolsas flexibles de alta resistencia apiladas incluyen bolsas flexibles de alta resistencia no evacuadas 2a y bolsas flexibles de alta resistencia evacuadas 2b. Las bolsas flexibles de alta resistencia no evacuadas 2a contienen aire residual 36 en el compartimento cerrado 30. La presencia de aire residual 36 en el compartimento 30 proporciona bolsas flexibles de alta resistencia no evacuadas 2a a una altura A como se muestra en la Figura 4. Cuando se coloca una bolsa flexible de alta resistencia, o se apila de otra manera, sobre otra bolsa flexible de alta resistencia, el peso de la bolsa flexible de alta resistencia superior aplica una fuerza hacia adentro sobre la bolsa flexible de alta resistencia inferior. La fuerza hacia adentro empuja el aire residual 36 desde el compartimento cerrado 30 de la bolsa flexible de alta resistencia inferior, a través de los canales 20 de la cinta microcapilar 10, y fuera del recipiente cerrado 30 como se muestra en la Figura 4A. Cuando el aire residual 36 se evacua del compartimento cerrado, la bolsa flexible de alta resistencia se convierte en una bolsa flexible de alta resistencia evacuada 2b. La bolsa flexible de alta resistencia evacuada 2b tiene una altura B como se muestra en la Figura 4. La distancia de la altura A para la bolsa flexible de alta resistencia no evacuada 2a es mayor que la altura B para la bolsa flexible de alta resistencia evacuada 2b.

[00103] Aunque las Figuras 4 y 4a muestran el apilamiento de bolsas flexibles de alta resistencia como un procedimiento para evacuar el aire residual, se entiende que otros métodos o procedimientos (por ejemplo, presión aplicada a mano o empujando una placa superior, creando

vacía en el extremo exterior de la cinta microcapilar, etc.) puede emplearse para impartir una fuerza hacia adentro sobre las bolsas flexibles de alta resistencia para desgasificar, o de otra manera evacuar, el aire residual de la cámara cerrada.

[00104] En una modalidad, las bolsas flexibles se llenan con gránulos de resina de polímero y se desairean, o se desgasifican de otro modo, antes de apilar. Las bolsas flexibles se perforan antes del llenado con los gránulos de resina de polímero. Las bolsas flexibles se llenan y se sellan en posición vertical. Las bolsas flexibles llenas se colocan posteriormente boca abajo sobre una cinta transportadora para su transporte a una unidad de paletización. En el camino hacia la unidad de paletización, las bolsas flexibles pasan a través de uno o más rodillos o platos de desgasificación. Los rodillos se colocan a una altura o espacio predeterminados (por ejemplo, 4 pulgadas, por ejemplo) que exprimen las bolsas flexibles para desgasificar. Los rodillos preparan las bolsas flexibles para la paletización.

[00105] En una modalidad, la cinta microcapilar 10 se fabrica de manera que la longitud de los canales 20 de la cinta microcapilar 10 evite que la humedad entre en el compartimento cerrado 30 debido a la resistencia al flujo por fricción. La matriz 18 puede estar hecha de un material no humectante (hidrófobo) para evitar que la humedad entre en el compartimento cerrado 30 por acción capilar.

[00106] En una modalidad, los canales microcapilares 20 pueden cerrarse mediante un sellador térmico después de que se complete el proceso de empaque para evitar que el material externo a la bolsa flexible de alta resistencia entre en el compartimento cerrado 30.

4. Película perforada

[00107] Las Figuras 5, 5A, 5B y 6 muestran una modalidad en donde una bolsa flexible 102 incluye una cinta microcapilar 10. La cinta microcapilar 10 puede ser cualquier cinta microcapilar como se describió anteriormente. La cinta microcapilar 10 tiene un primer extremo 14 y un segundo extremo opuesto 16 como se muestra mejor en la Figura 5B. Los canales 20 se extienden desde el primer extremo 14 hasta el segundo extremo 16.

[00108] Una película perforada 104 cubre al menos uno de los extremos 14, 16 de la cinta microcapilar 10. La película perforada 104 incluye una pluralidad de perforaciones 105. Las perforaciones 105 se extienden a través de todo el espesor de la película perforada 104. En una modalidad, las perforaciones 105 están dispuestas de manera separada sobre la película perforada 104. En una modalidad adicional, las perforaciones 105 están separadas uniformemente alrededor de la película perforada 104, las perforaciones 105 tienen un diámetro de 0.5 μm , o 1 μm , o 5 μm , o 10 μm , o 25 μm , o 50 μm , o 75 μm , o 100 μm a 125 μm , o 150 μm , o 175 μm , o 200 μm .

[00109] En una modalidad, la Figura 5B muestra la película perforada 104 que cubre el extremo 16 de la cinta microcapilar 10. Se entiende que la película perforada 106 puede cubrir el extremo 16, sola o en combinación con la cubierta del extremo 14. Alternativamente, la película perforada 106 puede cubrir el extremo 14 solamente.

[00110] Las perforaciones 105 están en comunicación fluida con los canales 20 de la cinta microcapilar 10. En una modalidad, una o más perforaciones 105 están en comunicación fluida con cada canal 20 en la cinta microcapilar 10. Los canales 20, en combinación con las perforaciones 105, proporcionan una vía a través de la cual se puede evacuar el aire residual de la cámara cerrada.

5 **[00111]** En una modalidad, la película perforada 104 se pliega sobre una porción de la cinta microcapilar 10 además de la película perforada 104 que cubre un extremo de la cinta microcapilar. Las flechas C en la Figura 5B muestran cómo la película perforada 104 se pliega, o de otro modo se enrolla, alrededor de la cinta microcapilar 10. Una primera porción 106 de la película perforada 104 contacta al menos una porción de (o la totalidad de) una primera superficie 13 de la cinta
10 microcapilar 10. Una segunda porción 107 de la película perforada 104 contacta, y cubre, el extremo 16 de la cinta microcapilar 10. Una tercera porción 108 de la película perforada 104 contacta con una segunda superficie 15 de la cinta microcapilar 10.

[00112] Las películas flexibles opuestas 122, 124 se superponen entre sí para formar un borde periférico común 126 como se describe anteriormente en la presente descripción. Un sello periférico
15 128 se extiende a lo largo de al menos una porción del borde periférico común 126 como se describió anteriormente en la presente descripción.

[00113] La bolsa flexible 102 incluye un sello periférico 128. El sello periférico 128 se extiende a lo largo de al menos una porción del borde periférico común 126 como se describió anteriormente en la presente descripción. El sello periférico 128 sella, o se adhiere de otro modo, la película flexible
20 122 a la película flexible 124. El sello periférico 128 también sella, o se adhiere de otro modo, la cinta microcapilar 10 entre la primera porción 106 y la tercera porción 108 de la película perforada 104. El sello periférico 128 sella concomitantemente la película flexible 122 a la primera porción 106 y sella la película flexible 124 a la tercera porción 108. De adentro hacia afuera, la cinta microcapilar 10 está sellada entre la primera porción 106 y la tercera porción 108 y la cinta microcapilar 10 también está
25 sellada entre películas flexibles opuestas 122, 124. El sello periférico 128 forma un sello hermético entre la cinta microcapilar 10, las porciones primera/tercera 106, 108 y las películas flexibles 122, 124. El sello periférico 128 se forma mediante sello ultrasónico, sello térmico, sello adhesivo y combinaciones de estos.

[00114] En una modalidad, el sello periférico 128 (i) sella la cinta microcapilar 10 a la primera
30 porción y la tercera porción 106, 108, (ii) sella la primera porción 106 y la tercera porción 108 a las películas flexibles respectivas 122 y 124, y (iii) sella la película flexible 122 a la película flexible 124 por medio de una condición de sellado térmico 2. La condición de sellado térmico 2 es suficiente: (i) para fusionar el material polimérico de la matriz 18 a la primera porción 106 y a la tercera porción 108, (ii) para fusionar la primera porción 106 y la tercera porción 108 a las películas flexibles
35 respectivas 122, 124 y forman un sello hermético entre la cinta microcapilar 10, las porciones 106, 108 y las películas flexibles 122 y 124 y (ii) para fusionar el material polimérico de la película flexible

122 a la película flexible opuesta 124 y formar un sello hermético entre las películas flexibles 122, 124, las porciones 106, 108 y la cinta microcapilar 10.

5 **[00115]** En una modalidad, la condición de sellado térmico 2 puede implicar una presión de sellado que se deforma, colapsa o aplasta de otro modo uno, algunos o todos los canales 20 de la cinta microcapilar 10. El solicitante descubrió que, aunque puede producirse deformación o colapso capilar durante la condición de sellado térmico 2, la capacidad de la cinta microcapilar 10 para desgasificar, o de otro modo expulsar, el aire residual del interior de la bolsa flexible permanece intacto.

10 **[00116]** El sello periférico 128 forma un compartimento cerrado 130 como se describió anteriormente en la presente descripción. Una cantidad de material particulado sólido fluido 132 ubicado en el compartimento cerrado 130.

[00117] En una modalidad, el diámetro de las perforaciones 105 es igual o menor que el tamaño de partícula D50 de material particulado sólido fluido. En una modalidad adicional, el diámetro de las perforaciones es de 0.5x a 1.0x del D50 para la FSPM.

15 **[00118]** La cinta microcapilar 10 permite que el aire residual 136 que está presente en el compartimento cerrado 130 sea evacuado del compartimento cerrado. La Figura 6 muestra una modalidad en donde las bolsas de alta resistencia 102a, 102b están apiladas, una encima de la otra. El apilamiento empuja el aire residual 136 en la bolsa flexible de alta resistencia inferior 102b a través de las perforaciones 105 de la película perforada 104 y a través de los canales 20 de la cinta microcapilar 10. La cinta microcapilar 10 se fabrica de manera que la longitud de los canales 20 evita que entre agua/humedad en el recipiente cerrado. La matriz 18 puede construirse de un material hidrófobo para evitar que entre agua/humedad en el recipiente cerrado. Las perforaciones 105 permiten que el aire residual 136 empuje a través de la cinta microcapilar 10 mientras evita que parte (o todo) el polvo salga del compartimento cerrado 30.

25 **[00119]** A modo de ejemplo, y no de limitación, a continuación se describirán en detalle algunas modalidades de la presente descripción en los siguientes Ejemplos.

EJEMPLOS

[00120] A. Componentes

30 1. Cinta microcapilar

[00121] Se fabrica una cinta microcapilar que tiene las siguientes dimensiones/material establecidos en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1 - Cinta microcapilar

Cinta microcapilar	
Dimensiones	2 cm x 5 cm
Espesor	0.50 mm
Forma del canal	forma ovalada, aproximadamente 1.00 mm de ancho por 0.3 mm de altura
Espaciado de canales	0.10 mm

Cinta microcapilar	
Material	Mezcla polimérica de ELITE 5100 / LDPE 501I (80/20, % en peso) ELITE 5100 - LLDPE copolímero de etileno / octeno, densidad 0.920 g / cc, MI 0.85 g / 10min, Tm 124 °C LDPE 501I: densidad de LDPE de 0.920 g / cc, MI 1.90 g / 10min, Tm 111 °C

2. Película flexible

[00122] Una película monocapa 0.112 mm (4.5 mil) de espesor compuesto por 90% en peso DOWLEX [™] 2045G LLDPE (disponible de The Dow Chemical Company) y 10% en peso de LDPE 132i (disponible de The Dow Chemical Company) se produce en una línea de película soplada usando un solo tornillo de 88.9 mm (3.5 pulgadas) de diámetro 30:1 L/D de extrusora Sterling que genera 113.4 kg/h (250 lbs/hora) a un troquel de 203 mm (8 pulgadas) de diámetro (Gloucester). La línea se opera a una velocidad de aproximadamente 178 g / h/mm de circunferencia de matriz con una relación de soplado de 2:1 (BUR) como se usa típicamente en la industria para películas de forma llenado sellado (FFS). La película se enfría con IBC (enfriamiento interno con burbujas) y enfriamiento externo proporcionado por un anillo de aire Hosokawa Alpine que funciona en secuencia con un escáner de medidor Kundig para controlar la variación del medidor. La altura de la línea de escarcha se mantiene alrededor de 81 cm (32 pulgadas). Luego, la película se pasa a una bobinadora Gloucester de torreta única que funciona a una velocidad máxima de 305 m/min (1000 pies/min) y se recoge en un núcleo de 76 mm (3 pulgadas) para el muestreo. En adelante, la película se denominará "Película 1".

[00123] B. Proceso de sellado

[00124] Se proporcionan dos películas opuestas de la Película 1 con las capas de sellado enfrentadas y dispuestas para formar un borde periférico común. La cinta microcapilar se coloca entre las dos películas opuestas de la Película 1 en la parte superior de la bolsa de polvo. El conjunto se sella térmicamente usando un sellador Accu-Seal 540 Plus[®] de Accu-Seal SencorpWhite, Inc. Las mordazas de sellado opuestas consisten en una barra de calentamiento por impulso en la mordaza inferior que está cubierta con cinta de Teflón y una barra de presión en la mordaza superior que también está cubierta con cinta de Teflón. La temperatura de sellado es de 143 °C, el tiempo de sellado es de 5 segundos y la presión de sellado es de 6 bar (0.62 MPa, 90 psi). Para garantizar la calidad del sello, después del primer sello, el conjunto Película1-cinta- Película1 se voltea y se sella nuevamente en la misma ubicación y usando las mismas condiciones de sellado. El proceso de sellado da como resultado una adhesión completa de las superficies externas de la cinta microcapilar a las capas de sellado de las superficies internas de las películas (opuestas Película1-Película1) sin un cambio significativo en la estructura microcapilar como se observa con imágenes de microscopio óptico. En otras palabras, después del proceso de sellado, la forma del canal permanece en forma ovalada, el óvalo tiene un ancho de 1.00 mm y una altura de 0.3 mm. La resistencia al desprendimiento de la estructura sellada de la película microcapilar es de 0.41 MPa / 25.4 mm (1

pulgada) de ancho de sellado. El proceso de sellado da como resultado una bolsa flexible con una cinta microcapilar como se muestra en la Figura. 1.

[00125] El tamaño (i) de los canales y (ii) el número de canales en la cinta microcapilar pueden adaptarse para obtener una bolsa flexible con cinta microcapilar (como se produjo anteriormente y como se muestra en la Figura 1) en donde el flujo de aire a través de los canales es de $20 \text{ m}^3/\text{h}$. La sección transversal de los canales microcapilares tiene una forma ovalada. El eje largo (ancho), el eje corto (altura) del canal y el número de canales determinan la velocidad del flujo de aire. La presión aplicada en la bolsa flexible con cinta microcapilar también influye en la velocidad del flujo de aire. Las dos presiones evaluadas son 0.5 psig y 1.0 psig. El número requerido de canales para lograr un flujo de aire de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ desde la bolsa flexible varía desde 25 canales a 410 canales, en dependencia del tamaño del canal como se muestra en la Tabla 2 a continuación.

[00126] Las bolsas flexibles con cinta microcapilar fabricadas como se describe anteriormente (y como se muestra en la Figura 1) pueden producirse con las cintas microcapilares 1-13 que se muestran en la Tabla 2 a continuación.

5

10 Tabla 2—Cintas microcapilares para obtener un flujo de aire de 20 m³/h desde una bolsa flexible

Muestra de cinta microcapilar #	PARÁMETROS CAPILARES				Presión aplicada a la bolsa	Régimen de flujo
	Número de canales para obtener ~ 20 m ³ /h de flujo de aire	Longitud	Ancho oval	Altura ovalada		
		mm	um	um	psig	
1	245	10	1028	361	0.50	transición turbulenta
2	250	10	873.8	306.85	0.50	transición laminar
3	315	10	822.4	288.8	0.50	transición laminar
4	410	10	771	270.75	0.50	laminar
5	185	10	1130.8	397.1	0.50	transición turbulenta
6	145	10	1233.6	433.2	0.50	transición turbulenta
7	95	10	1439.2	505.4	0.50	turbulento
8	70	10	1644.8	577.6	0.50	turbulento
9	40	10	2056	722	0.50	turbulento
10	160	10	1028	361	1.00	transición turbulenta
11	45	10	1644.8	577.6	1.00	turbulento
12	25	10	2056	722	1.00	turbulento
13	180	10	1028	433.2	0.50	transición turbulenta
14	140	10	1028	505.4	0.50	turbulento
15	115	10	1028	577.6	0.50	turbulento
16	160	5	1028	361	0.50	transición

						turbulenta
17	120	5	1028	433.2	0.50	turbulento
18	95	5	1028	505.4	0.50	turbulento
19	80	5	1028	577.6	0.50	turbulento
20	110	5	1028	361	1.00	turbulento
21	80	5	1028	433.2	1.00	turbulento
22	65	5	1028	505.4	1.00	turbulento
23	55	5	1028	577.6	1.00	turbulento

[00127] Se pretende específicamente que la presente descripción no se limite a las modalidades e ilustraciones contenidas en la presente descripción, sino que incluya formas modificadas de aquellas modalidades que incluyen partes de las modalidades y combinaciones de elementos de diferentes modalidades que están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.