

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 294**

51 Int. Cl.:

E01C 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2008 PCT/US2008/074648**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2009 WO09042346**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2008 E 08833009 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2205794**

54 Título: **Césped sintético con capa de absorción de impactos**

30 Prioridad:

24.09.2007 US 974812 P

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

24.05.2018

73 Titular/es:

**DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
2040 Dow Center
Midland, MI 48674 , US**

72 Inventor/es:

**CHEREAU, LOIC;
TORRES, ENRIQUE;
CHANG, ANDY, CHENG;
MARTIN, JILL, MINICK;
DELABROYE, CHRISTINE;
KOENIG, JEAN-FRANCOIS, XAVIER;
CARRERE, JACQUES;
BOEHM, CAROLIN y
TAUSON, FILIP**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 669 294 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

Césped sintético con capa de absorción de impactos

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 Las realizaciones que se describen en la presente memoria se refieren en general a una capa de absorción de impactos de espuma termoplástica. En otro aspecto, las realizaciones que se describen en la presente memoria se refieren a un césped sintético que incluye una capa de absorción de impactos de espuma termoplástica, donde la espuma puede ser reciclable.

Antecedentes

- 10 El césped artificial consiste en un gran número de mechones de césped artificial que se extienden hacia arriba desde un sustrato laminar. El césped generalmente se coloca sobre una superficie de suelo plana y preparada para formar un campo de juego destinado a simular una superficie de campo de juego de césped natural.

- 15 Para algunos tipos de juegos, se coloca una almohadilla inferior elástica debajo del césped y sobre la superficie de soporte de tierra firme para proporcionar un efecto de absorción de impactos. Además, en algunos casos, se coloca una capa de arena u otro material particulado sobre la superficie superior de la lámina base de la alfombra y alrededor de los hilos. Un ejemplo de este tipo de construcción se muestra en la patente de EE.UU. Número 4.389.435 expedida el 21 de junio de 1983 a Frederick T. Haas, Jr. Se muestra otro ejemplo en la patente de EE.UU. Número 4.637.942 expedida el 20 de enero de 1987 a Seymour A. Tomarin.

- 20 En algunos casos, se coloca una capa de arena u otro material particulado sobre la superficie superior de la lámina base de de la alfombra y alrededor de las hebras. Un ejemplo de este tipo de construcción se muestra en la Patente Estadounidense No. 4.389.435 expedida el 21 de junio de 1983 a Frederick T. Haas, Jr. Se muestra otro ejemplo en la Patente Estadounidense No. 4.637.942 expedida el 20 de enero de 1987 a Seymour A. Tomarin.

- 25 Además, los ejemplos de césped artificial que se forman con la alfombra similar al césped colocada sobre una almohadilla inferior elástica se describen en la Patente Estadounidense No. 3.551.263 expedida el 29 de diciembre de 1970 a Carter et al., que describe una almohadilla inferior de espuma de poliuretano; Patente Estadounidense No. 3.332.828 expedida el 25 de julio de 1967 a Faria et al., que describe una almohadilla inferior de plástico de espuma de poliuretano o plástico de espuma de PVC; Patente Estadounidense No. 4.637.942 expedida el 20 de enero de 1987 a Seymour A. Tomarin que describe una almohadilla inferior similar al caucho; Patente Estadounidense No. 4.882.208, expedida el 21 de noviembre de 1989 a Hans-Urich Brietschidel, que ilustra una almohadilla inferior de espuma de polietileno reticulada de celdas cerradas; Patente Estadounidense No. 3.597.297 expedida el 3 de agosto de 1971 a Theodore Buchholz et al., que describe una almohadilla inferior de poliuretano que tiene huecos; y la Patente Estadounidense No. 4.505.960 expedida el 19 de marzo de 1985 a James W. Leffingwell, que describe almohadillas de absorción de impactos hechas de espumas de elastómero de cloruro de polivinilo, polietileno, poliuretano, polipropileno, etc.

- 35 Las capas que absorben los impactos pueden, por supuesto, usarse de forma más amplia en otras aplicaciones, por ejemplo, en la amortiguación de la energía en los suelos. Lo que todavía se necesita, por lo tanto, son materiales y métodos mejorados para formar capas de absorción de impactos, incluidas capas de absorción de impactos reciclables.

Compendio de la invención

- 40 En la presente invención, se proporciona la superficie de césped sintético de la reivindicación 1.

Las realizaciones que se describen en la presente memoria se refieren a una superficie de césped sintético que comprende una alfombra de césped sintético que tiene una lámina base flexible, y una almohadilla de absorción de impactos, en donde la almohadilla de absorción de impactos comprende una espuma de poliolefina no reticulada.

- 45 Otros aspectos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 ilustra la instrumentación y la experimentación para un ensayo de absorción de impactos usando patrones de FIFA.

- 50 Las Figuras 2 y 2c comparan los resultados de los análisis de comportamiento de tensión-deformación por compresión de espumas de acuerdo a las realizaciones que se describen en la presente memoria con aquellos de las espumas de polietileno reticulado.

La Figura 3 y 3c comparan la deformación por compresión frente a los resultados del ensayo de tiempo para espumas de acuerdo a las realizaciones que se describen en la presente memoria con aquellos de las espumas de polietileno reticulado.

5 La Figure 4 compara los resultados del ensayo de comportamiento de fluencia compresiva para las espumas de acuerdo a las realizaciones que se describen en la presente memoria con los de las espumas de polietileno reticulado.

La Figura 5 ilustra césped sintético que puede formarse usando realizaciones de las espumas de poliolefina no reticulada que se describen en la presente memoria.

Descripción detallada

10 Definiciones generales y métodos de medición:

Los siguientes términos tendrán el significado dado para los propósitos de esta invención.

15 "Polímero" significa una sustancia compuesta por moléculas con gran masa molecular que consiste en unidades estructurales repetitivas, o monómeros, conectados por enlaces químicos covalentes. El término "polímero" incluye generalmente, pero no se limita a, homopolímeros, copolímeros tal como copolímeros y terpolímeros de bloque, injerto, aleatorios y alternantes, etc., y mezclas y modificaciones de los mismos. Además, a menos que se especifique lo contrario, el término "polímero" incluirá todas las configuraciones geométricas posibles de la estructura molecular. Estas configuraciones incluyen configuraciones isotácticas, sindiotácticas, aleatorias y similares.

20 "Interpolímero" significa un polímero preparado por la polimerización de al menos dos tipos diferentes de monómeros. El término genérico "interpolímero" incluye el término "copolímero" (que generalmente se emplea para referirse a un polímero preparado a partir de dos monómeros diferentes), así como el término "terpolímero" (que generalmente se emplea para referirse a un polímero preparado a partir de tres diferentes tipos de monómeros). La clase de materiales conocidos como "interpolímeros" también abarca polímeros fabricados por polimerización de cuatro o más tipos de monómeros.

La densidad de resinas y composiciones se mide de acuerdo con ASTM D792.

25 La densidad de las espumas se mide de acuerdo con ASTM D35751WB.

"Índice de fusión (I_2)" se determina de acuerdo con ASTM D1238 usando un peso de 2,16 kg a 190°C para polímeros que comprenden etileno como el componente principal en el polímero. El "índice de fluidez (MFR)" se determina de acuerdo con ASTM D1238 usando un peso de 2,16 kg a 230°C para polímeros que comprenden propileno como el componente principal en el polímero.

30 La distribución de peso molecular de los polímeros se determina usando cromatografía de permeación en gel (GPC) en una unidad cromatográfica de alta temperatura Polymer Laboratories PL-GPC-220 equipada con cuatro columnas de lecho mixto lineal (Polymer Laboratories (tamaño de partícula de 20 micrones)). La temperatura del horno está a 160°C con la zona caliente del automuestreador a 160°C y la zona cálida a 145°C. El disolvente es 1,2,4-triclorobenceno que contiene 200 ppm de 2,6-di-t-butil-4-metilfenol. El caudal es de 1,0 mililitro/minuto y el tamaño de la inyección es de 100 microlitros. Aproximadamente 0,2% en peso de las soluciones de las muestras se preparan para inyección disolviendo la muestra en 1,2,4-triclorobenceno purgado con nitrógeno que contiene 200 ppm de 2,6-di-t-butil-4-metilfenol durante 2,5 horas a 160°C con mezclado suave.

40 La determinación del peso molecular se deduce usando diez patrones de poliestireno de distribución de peso molecular estrecha (de Polymer Laboratories, EasiCal PSI que van desde 580 – 7.500.000 g/mol) junto con sus volúmenes de elución. Los pesos moleculares equivalentes de polipropileno se determinan usando los coeficientes de Mark-Houwink apropiados para polipropileno (según lo descrito por Th.G. Scholte, NLJ Meijerink, HM Schoffeleers, y AMG Brands, J. Appl. Polym. Sci., 29, 3763 - 3782 (1984)) y poliestireno (según lo descrito por EP Otocka, R. J. Roe, N. Y. Hellman, P. M. Muglia, Macromolecules, 4, 507 (1971)) en la ecuación de Mark-Houwink: $\{N\} = KM^a$ donde $K_{pp} = 1,90E-04$, $a_{pp} = 0,725$ y $K_{ps} = 1,26E-04$, $a_{ps} = 0,702$. La "distribución de peso molecular" o MWD se mide mediante GPC convencional según el procedimiento descrito por Williams, T.; Ward, I. M. Journal of Polymer Science, Polymer Letters Edition (1968), 6 (9), 621 - 624. El coeficiente B es 1. El coeficiente A es 0,4316.

50 El término resina de tipo de alta presión y baja densidad se define para significar que el polímero se homogeniza o copolimeriza parcial o totalmente en autoclave o reactores tubulares a presiones superiores a 100 MPa (14.500 psi) con el uso de iniciadores de radicales libres, tal como peróxidos (ver por ejemplo, documento US 4.599.392) e incluye "LDPE" que también se puede denominar "polímero de etileno de alta presión" o "polietileno altamente ramificado". La fracción de detección acumulada (CDF) de estos materiales es mayor que aproximadamente 0,02 para peso molecular mayor que 1000000 g/mol según lo medido usando dispersión de luz. La CDF puede determinarse como se describe en el documento WO2005/023912 A2. El material de polietileno de baja densidad y alta presión (LDPE) preferente tiene un índice de fusión MI (12) de menos que aproximadamente 20, más preferentemente menos que aproximadamente 15, mucho más preferentemente menos que 10, y más que

aproximadamente 0,1, más preferentemente más que aproximadamente 0,2, mucho más preferentemente más que 0,3 g/10min. EL LDPE preferente tendrá una densidad entre aproximadamente 0,915 g/cm³ y 0,930 g/cm³, siendo más preferente menos que 0,925g/cm³.

5 "Cristalinidad" significa la dimensión atómica o el orden estructural de una composición de polímero. La cristalinidad se representa a menudo por una fracción o porcentaje del volumen del material que es cristalino o como una medida de la probabilidad de que los átomos o las moléculas se organicen en un patrón regular, es decir, en un cristal. La cristalinidad de los polímeros se puede ajustar con bastante precisión y en un rango muy amplio mediante tratamiento térmico. Un polímero "cristalino" "semicristalino" posee una transición de primer orden o punto de fusión cristalino (T_m) según lo determinado por calorimetría de barrido diferencial (DSC) o técnica equivalente. El término puede usarse indistintamente con el término "semicristalino". El término "amorfo" se refiere a un polímero que carece de un punto de fusión cristalino determinado por calorimetría de barrido diferencial (DSC) o técnica equivalente.

10 La Calorimetría de Barrido Diferencial (DSC) es una técnica común que se puede usar para examinar la fusión y cristalización de polímeros semicristalinos. Los principios generales de las mediciones de DSC y las aplicaciones de DSC para estudiar polímeros semicristalinos se describen en textos estándar (por ejemplo, E. A. Turi, ed., Thermal Characterization of Polymeric Materials, Academic Press, 1981). DSC es un método adecuado para determinar las características de fusión de un polímero.

20 El análisis DSC se realizó usando un modelo Q1000 DSC de TA Instruments, Inc. El DSC se calibra mediante el siguiente método. En primer lugar, se obtiene un valor basal ejecutando el DSC de -90°C a 290°C sin ninguna muestra en la bandeja de aluminio DSC. Luego se analizan 7 miligramos de una muestra fresca de indio calentando la muestra hasta 180°C, enfriando la muestra hasta 140°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/min, y luego manteniendo la muestra isotérmicamente a 140°C durante 1 minuto, seguido por el calentamiento de la muestra desde 140°C a 180°C a una velocidad de calentamiento de 10°C/min. El calor de fusión y el comienzo de la fusión de la muestra de indio se determinan y verifican para que estén dentro de 0,5°C a 156,6°C para el inicio de la fusión y dentro de 0,5 J/g a 28,71 J/g para el calor de fusión. Luego, el agua desionizada se analiza enfriando una pequeña gota de muestra fresca en la bandeja de DSC desde 25°C a -30°C a una velocidad de enfriamiento de 10°C/min. La muestra se mantiene isotérmicamente a -30°C durante 2 minutos y se calienta hasta 30°C a una velocidad de calentamiento de 10°C/min. Se determina el inicio de la fusión y se verifica para que esté dentro de 0,5°C a 0°C

30 Las muestras de polímero se presionaron generando una película delgada a una temperatura inicial de 190°C (designada como la "temperatura inicial"). Aproximadamente 5 a 8 mg de muestra se pesan y se colocan en la bandeja DSC. La tapa está engarzada en la bandeja para garantizar una atmósfera cerrada. La placa de DSC se coloca en la celda de DSC y luego se calienta a una velocidad aproximada de 100°C/min hasta una temperatura (T₀) de aproximadamente 60°C por encima de la temperatura de fusión de la muestra. La muestra se mantiene a esta temperatura durante aproximadamente 3 minutos. Luego, la muestra se enfría a una velocidad de 10°C/min hasta -40°C, y se mantiene isotérmicamente a esa temperatura durante 3 minutos. En consecuencia, la muestra se calienta a una velocidad de 10°C/min hasta la fusión completa. Las curvas de entalpía resultantes de este experimento se analizan en cuanto a la temperatura de fusión máxima, las temperaturas de inicio y cristalización máxima, el calor de fusión y el calor de cristalización, y cualquier otro análisis de DSC de interés.

40 Para un polímero que comprende polipropileno, se analiza la cristalinidad, T₀ es 230°C. T₀ es 190°C cuando está presente la cristalinidad de polietileno y no hay cristalinidad de polipropileno en la muestra.

La cristalinidad porcentual en peso se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Cristalinidad (\% en peso)} = \frac{\Delta H}{\Delta H_0} \times 100\%$$

de manera tal que el calor de fusión (ΔH) se divide por el calor de fusión para el cristal de polímero perfecto (ΔH_0) y luego se multiplica por 100%. Para la cristalinidad del etileno, ΔH_0 se toma como 290 J/g. Por ejemplo, se mide un copolímero de etileno-octeno que tras la fusión de su cristalinidad de polietileno tiene un calor de fusión de 29 J/g; la cristalinidad correspondiente es del 10% en peso. Para la cristalinidad del propileno, ΔH_0 se toma como 165 J/g. Por ejemplo, se mide un copolímero de propileno-etileno que tras la fusión de su cristalinidad de propileno tiene un calor de fusión de 20 J/g; la cristalinidad correspondiente es del 12,1% en peso.

50 "No reticulado" tal como se usa en el presente documento, el término no reticulado se refiere a polímeros que tienen entre 0-10% de gel, más preferiblemente, 0-5% y más preferiblemente 0-1%. No debe interpretarse que está presente una reticulación absolutamente nula, ya que puede producirse inevitablemente alguna reticulación durante el procesamiento, pero que la reticulación debe mantenerse en un mínimo para permitir la reciclabilidad.

Capa de absorción de impactos de espuma

55 Las realizaciones que se describen en la presente memoria se refieren a una capa de absorción de impactos de espuma termoplástica. En un primer aspecto, se proporciona un césped sintético que incluye una capa de absorción

de impactos de espuma termoplástica. Las realizaciones que se describen en la presente memoria se refieren a una capa de absorción de impactos de espuma termoplástica de polímero no-reticulado que tiene las siguientes características:

- 1) Espesor de la espuma: entre 8 y 30 mm;
- 5 2) Densidad de espuma: entre 30 y 150 kg/m³;
- 3) Tamaño de celda de espuma: entre 0,2 y 3 mm; y
- 4) El % de volumen de celda abierta es bajo, para evitar la absorción de agua: típicamente menos que 35%.

Polímero

10 El polímero termoplástico usado para formar la capa de absorción de impactos puede variar dependiendo de la aplicación particular y del resultado deseado. El polímero es un polímero de olefina. Como se usa en el presente documento, un polímero de olefina, en general, se refiere a una clase de polímeros formados a partir de monómeros de hidrocarburo que tienen la fórmula general C_nH_{2n}. El polímero de olefina puede estar presente como un copolímero, tal como un interpolímero, un copolímero de bloque o un interpolímero o copolímero de múltiples bloques.

15 En una realización particular, por ejemplo, el polímero de olefina puede comprender un interpolímero de alfa-olefina de etileno con al menos un comonómero seleccionado del grupo que consiste en un dieno C₃-C₂₀ lineal, ramificado o cíclico, o un compuesto de etileno y vinilo, tal como acetato de vinilo, y un compuesto representado por la fórmula H₂C=CHR en donde R es un grupo alquilo C₁-C₂₀ lineal, ramificado o cíclico o un grupo arilo C₆-C₂₀. Los ejemplos de comonómeros incluyen propileno, 1-buteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 3-metil-1-penteno, 1-hepteno, 20 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno, y 1-dodeceno.

En otras realizaciones, el polímero puede ser un interpolímero de alfa-olefina de propileno con al menos un comonómero seleccionado del grupo que consiste en etileno, un dieno C₄-C₂₀ lineal, ramificado o cíclico, y un compuesto representado por la fórmula H₂C=CHR en donde R es un grupo alquilo C₁- C₂₀ lineal, ramificado o cíclico o un grupo arilo C₆-C₂₀. Los ejemplos de comonómeros incluyen etileno, 1-buteno, 3-metil-1-buteno, 25 4-metil-1-penteno, 3-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno, y 1-dodeceno. En algunas realizaciones, el comonómero está presente a aproximadamente 5% en peso a aproximadamente 25% en peso del interpolímero. En una realización, se usa un interpolímero de propileno-etileno.

Otros ejemplos de polímeros que se pueden usar en la presente divulgación incluyen homopolímeros y copolímeros (incluidos los elastómeros) de una olefina tal como etileno, propileno, 1-buteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 30 3 -metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno y 1-dodeceno, según lo representado típicamente por polietileno, polipropileno, poli-1-buteno, poli-3-metil-1-buteno , poli-3-metil-1-penteno, poli-4-metil-1-penteno, copolímero de etileno-propileno, copolímero de etileno-1-buteno y copolímero de propileno-1-buteno; copolímeros (incluidos elastómeros) de una alfa-olefina con un dieno conjugado o no conjugado según lo representado típicamente por copolímero de etileno-butadieno y copolímero de etileno-etilideno-norborneno; y poliolefinas (incluidos los elastómeros tal como copolímeros de dos o más alfa-olefinas con un dieno conjugado o no conjugado 35 según lo representado típicamente por copolímero de etileno-propileno-butadieno, copolímero de etileno-propileno-diciclopentadieno, copolímero de etileno-propileno-1,5-hexadieno y copolímero de etileno-propileno-etilideno norborneno; copolímeros compuestos de etileno-vinilo tal como copolímeros de etileno-acetato de vinilo con comonómeros con funcionalidad N-metilol, copolímeros de etileno-alcohol vinílico con comonómeros con función N-metilol, copolímero de etileno-cloruro de vinilo, etileno-ácido acrílico o copolímeros de ácido etileno-(met)acrílico, y copolímero de etileno- (met)acrilato; copolímeros estirénicos (incluidos los elastómeros) tal como poliestireno, ABS, copolímero de acrilonitrilo-estireno, copolímero de metilestireno-estireno; y copolímeros de bloques de estireno (incluidos los elastómeros) tal como copolímero de estireno-butadieno e hidrato del mismo, y copolímero tribloque de estireno-isopreno-estireno; compuestos de polivinilo tal como cloruro de polivinilo, cloruro de polivinilideno, copolímero de cloruro de vinilo-cloruro de vinilideno, acrilato de polimetilo y metacrilato de polimetilo; 40 poliamidas tal como nylon 6, nylon 6,6 y nylon 12; poliésteres termoplásticos tal como tereftalato de polietileno y tereftalato de polibutileno; policarbonato, óxido de polifenileno y similares. Estas resinas se pueden usar solas o en combinaciones de dos o más.

En realizaciones particulares, se pueden usar poliolefinas tal como polipropileno, polietileno y copolímeros de los mismos y mezclas de los mismos, así como también terpolímeros de etileno-propileno-dieno. En algunas realizaciones, los polímeros olefínicos incluyen polímeros homogéneos descritos en la Patente Estadounidense No. 3.645.992 de Elston; polietileno de alta densidad (HDPE) como se describe en la Patente Estadounidense No. 4.076.698 de Anderson; polietileno lineal de baja densidad heterogéneamente ramificado (LLDPE); polietileno de densidad lineal ultra baja heterogéneamente ramificado (ULDPE); copolímeros de etileno/alfa-olefina lineales homogéneamente ramificados; polímeros de etileno/alfa-olefina sustancialmente lineales, homogéneamente ramificados que se pueden preparar, por ejemplo, mediante un proceso descrito en las Patentes Estadounidenses No. 5.272.236 y 5.278.272; polímeros de etileno/alfa olefina lineales heterogéneamente ramificados; y polímeros y copolímeros de etileno polimerizados libres de radicales de alta presión, tal como polietileno de baja densidad 55

(LDPE).

En otra realización, los polímeros pueden incluir un copolímero de etileno- ácido carboxílico, tal como, copolímeros de etileno-acetato de vinilo (EVA), etileno- ácido acrílico (EAA) y copolímeros de etileno-ácido metacrílico tal como, por ejemplo, los disponibles bajo los nombres comerciales PRIMACOR™ de Dow Chemical Company, NUCREL™ de DuPont y ESCOR™ de ExxonMobil, y se describen en las Patentes Estadounidenses No. 4.599.392, 4.988.781 y 59.384.373. Los polímeros ilustrativos incluyen polipropileno (polipropileno modificador de impacto, polipropileno isotáctico, polipropileno atáctico y copolímeros de etileno/propileno aleatorios), varios tipos de polietileno, incluidos LDPE de alta presión, radicales libres, LLDPE de Ziegler Natta, PE de metaloceno, incluyendo PE de reactor múltiple (mezclas "en reactor") de Ziegler-Natta PE y metaloceno PE, tal como productos que se describen en las Patentes Estadounidenses No. 6.545.088, 6.538.070, 6.566.446, 5.844.045, 5.869.575 y 6.448.341. Los polímeros homogéneos tal como plastómeros y elastómeros de olefinas y copolímeros a base de etileno y propileno (por ejemplo polímeros disponibles bajo la denominación comercial VERSIFY™ disponible de The Dow Chemical Company y VISTAMAXX™ disponible de ExxonMobil) también pueden ser útiles en algunas realizaciones. Por supuesto, también se pueden usar mezclas de polímeros. En algunas realizaciones, las mezclas incluyen dos polímeros Ziegler-Natta diferentes. En otras realizaciones, las mezclas pueden incluir mezclas de un Ziegler-Natta y un polímero de metaloceno. En aún otras realizaciones, la resina termoplástica utilizada aquí puede ser una mezcla de dos polímeros de metaloceno diferentes.

En una realización particular, el polímero puede comprender un interpolímero de alfa-olefina de etileno con un comonomero que comprende un alqueno, tal como 1-octeno. El copolímero de etileno y octeno puede estar presente solo o en combinación con otro polímero, tal como copolímero de etileno-ácido acrílico. Cuando se presentan juntos, la relación en peso entre el copolímero de etileno y octeno y el copolímero de etileno y ácido acrílico puede ser de aproximadamente 1:10 a aproximadamente 10:1, tal como de aproximadamente 3:2 a aproximadamente 2:3. El polímero, tal como el copolímero de etileno-octeno, pueden tener una cristalinidad de menos que aproximadamente 50%, tal como menos que aproximadamente 25%. En algunas realizaciones, la cristalinidad del polímero puede ser de 5 a 35 por ciento. En otras realizaciones, la cristalinidad puede variar de 7 a 20 por ciento.

En una realización particular, el polímero puede comprender al menos un polietileno de baja densidad (LDPE). El polímero puede comprender LDPE hecho en procesos de autoclave o procesos tubulares. El LDPE adecuado para esta realización se define en otra parte de este documento.

En una realización particular, el polímero puede comprender al menos dos polietilenos de baja densidad. El polímero puede comprender LDPE hecho en procesos de autoclave, procesos tubulares o combinaciones de los mismos LDPEs adecuados para esta realización están definidos en otra parte de este documento.

En una realización particular, el polímero puede comprender un interpolímero de alfa-olefina de etileno con un comonomero que comprende un alqueno, tal como 1-octeno. El copolímero de etileno y octeno puede estar presente solo o en combinación con otro polímero, tal como un polietileno de baja densidad (LDPE). Cuando están presentes juntos, la relación en peso entre el copolímero de etileno y octeno y el LDPE puede ser de aproximadamente 60:40 a aproximadamente 97:3, tal como de aproximadamente 80:20 a aproximadamente 96:4. El polímero, tal como el copolímero de etileno-octeno, puede tener una cristalinidad de menos que aproximadamente 50%, tal como menos que aproximadamente 25%. En algunas realizaciones, la cristalinidad del polímero puede ser de 5 a 35 por ciento. En otras realizaciones, la cristalinidad puede variar de 7 a 20 por ciento. Los LDPE apropiados para esta realización están definidos en otra parte de este documento.

En una realización particular, el polímero puede comprender un interpolímero de alfa-olefina de etileno con un comonomero que comprende un alqueno, tal como 1-octeno.

El copolímero de etileno y octeno puede estar presente solo o en combinación con al menos otros dos polímeros del grupo: polietileno de baja densidad, polietileno de densidad media y polietileno de alta densidad (HDPE). Cuando están presentes juntos, la relación en peso entre el copolímero de etileno y octeno, el LDPE y el HDPE es tal que la composición comprende un componente del 3 al 97% en peso de la composición total y el resto comprende los otros dos componentes. El polímero, tal como el copolímero de etileno-octeno, puede tener una cristalinidad de menos que aproximadamente un 50%, tal como menos que aproximadamente un 25%. En algunas realizaciones, la cristalinidad del polímero puede ser de 5 a 35 por ciento. En otras realizaciones, la cristalinidad puede variar de 7 a 20 por ciento.

Las realizaciones que se describen en la presente memoria también pueden incluir un componente polimérico que puede incluir al menos un interpolímero de olefina de múltiples bloques. Los interpolímeros de olefinas de múltiples bloques adecuados pueden incluir los descritos en la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos No. 60/818.911, por ejemplo. El término "copolímero de múltiples bloques" se refiere a un polímero que comprende dos o más regiones o segmentos químicamente distintos (denominados "bloques") preferentemente unidos de una manera lineal, es decir, un polímero que comprende unidades químicamente diferenciadas que se unen de extremo a extremo con respecto a la funcionalidad etilénica polimerizada, en lugar de hacerlo de manera colgante o injertada. En ciertas realizaciones, los bloques difieren en la cantidad o tipo de comonomero incorporado en ellos, la densidad, la cantidad de cristalinidad, el tamaño del cristalito atribuible a un polímero de dicha composición, el tipo o grado de

tacticidad (isotáctica o sindiotáctica), regioregularidad o regio-irregularidad, la cantidad de ramificación, incluidas las ramificaciones de cadena larga o hiper-ramificación, la homogeneidad o cualquier otra propiedad química o física. Los copolímeros de múltiples bloques se caracterizan por distribuciones únicas de índice de polidispersidad (PDI o M_w/M_n), distribución de longitud de bloque, y/o distribución de número de bloque debido a la fabricación de proceso único de los copolímeros. Más específicamente, cuando se producen en un proceso continuo, las realizaciones de los polímeros pueden poseer un PDI que varía de aproximadamente 1,7 a aproximadamente 8; de aproximadamente 1,7 a aproximadamente 3,5 en otras realizaciones; de aproximadamente 1,7 a aproximadamente 2,5 en otras realizaciones; y de aproximadamente 1,8 a aproximadamente 2,5 o de aproximadamente 1,8 a aproximadamente 2,1 en aún otras realizaciones. Cuando se produce en un proceso por lotes o semilotes, las realizaciones de los polímeros pueden poseer un PDI que varía de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 2,9; de aproximadamente 1,3 a aproximadamente 2,5 en otras realizaciones; de aproximadamente 1,4 a aproximadamente 2,0 en otras realizaciones; y de aproximadamente 1,4 a aproximadamente 1,8 en aún otras realizaciones.

Un ejemplo del interpolímero de olefina de múltiples bloques es un interpolímero de bloque de etileno/ α -olefina. Otro ejemplo del interpolímero de olefina de múltiples bloques es un polímero de propileno/ α -olefina. La siguiente descripción se centra en el interpolímero como que tiene etileno como el monómero mayoritario, pero se aplica de manera similar a los interpolímeros de múltiples bloques a base de propileno con respecto a las características generales del polímero.

Los interpolímeros de múltiples bloques de etileno/ α -olefina pueden comprender etileno y uno o más comonómeros de α -olefina copolimerizables en forma polimerizada, caracterizados por múltiples (es decir, dos o más) bloques o segmentos de dos o más unidades de monómero polimerizadas que difieren en propiedades químicas o físicas (interpolímero de bloque), preferentemente un interpolímero de múltiples bloques. En algunas realizaciones, el interpolímero de múltiples bloques puede estar representado por la siguiente fórmula:



donde n es al menos 1, preferiblemente un número entero mayor que 1, tal como 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 o superior; "A" representa un bloque o segmento duro; y "B" representa un bloque o segmento blando. Preferentemente, A y B están vinculados de forma lineal, no de forma ramificada o estrella. Los segmentos "duros" se refieren a los bloques de unidades polimerizadas en los que el etileno está presente en una cantidad de más que 95 por ciento en peso en algunas otras realizaciones, y en otras realizaciones más que 98 por ciento en peso. En otras palabras, el contenido de comonómero en los segmentos duros es menos que 5 por ciento en peso en algunas otras realizaciones, y en otras realizaciones, menos que 2 por ciento en peso del peso total de los segmentos duros. En algunas realizaciones, los segmentos duros comprenden todo o sustancialmente todo el etileno. Los segmentos "blandos", por otro lado, se refieren a bloques de unidades polimerizadas en los cuales el contenido de comonómero es más que 5 por ciento en peso del peso total de los segmentos blandos en algunas realizaciones, más que 8 por ciento en peso, más que 10 por ciento en peso, o más que 15 por ciento en peso en varias otras realizaciones. En algunas realizaciones, el contenido de comonómero en los segmentos suaves puede ser más que 20 por ciento en peso, más que 25 por ciento en peso, más que 30 por ciento en peso, más que 35 por ciento en peso, más que 40 por ciento en peso, más que 45 por ciento en peso, más que 50 por ciento en peso, o más que 60 por ciento en peso en varias otras realizaciones.

En algunas realizaciones, los bloques A y B se distribuyen aleatoriamente a lo largo de la cadena del polímero. En otras palabras, los copolímeros de bloque no tienen una estructura como: AAA-AA-BBB-BB.

En otras realizaciones, los copolímeros de bloques no tienen un tercer bloque. En aún otras realizaciones, ni el bloque A ni el bloque B comprenden dos o más segmentos (o subbloques), tal como un segmento de punta.

Los interpolímeros de múltiples bloques pueden caracterizarse por un índice de bloque promedio, ABI, que varía desde más que cero aproximadamente 1,0 y una distribución molecular en peso, M_w/M_n , de más que aproximadamente 1,3. El índice de bloques promedio, ABI, es el promedio ponderado del índice de bloques ("BI") para cada fracción polimérica obtenida en TREF preparativa a partir de 20°C y 110°C, con un incremento de 5 °C:

$$ABI = \sum(w_i BI_i)$$

donde BI, es el índice de bloques para la fracción i-ésima del interpolímero de múltiples bloques obtenido en TREF preparativa, y w_i ; es el porcentaje en peso de la i-ésima fracción.

De manera similar, la raíz cuadrada del segundo momento alrededor de la media, en lo sucesivo denominado índice de bloque promedio de peso de segundo momento, se puede definir de la siguiente manera:

$$BI \text{ promedio de peso del } 2^\circ \text{ momento} = \sqrt{\frac{\sum(w_i (BI_i - ABI)^2)}{\frac{(N-1)\sum w_i}{N}}}$$

ES 2 669 294 T3

Para cada fracción de polímero, BI se define por una de las siguientes dos ecuaciones (ambas dan el mismo valor de BI):

$$BI = \frac{1/T_x - 1/T_{x0}}{1/T_A - 1/T_{AB}} \quad \text{o} \quad BI = -\frac{\ln P_x - \ln P_{x0}}{\ln P_A - \ln P_{AB}}$$

5 donde T_x es la temperatura de elución del fraccionamiento de elución de aumento de temperatura analítica (ATREF) para la fracción i -ésima (preferentemente expresada en Kelvin), P_x es la fracción molar de etileno para la fracción i -ésima, que puede medirse por RMN o IR como se describe a continuación. P_{AB} es la fracción molar de etileno del interpolímero de etileno/ α -olefina entero (antes del fraccionamiento), que también puede medirse por RMN o IR. T_A y P_A son la temperatura de elución de ATREF y la fracción molar de etileno para "segmentos duros" puros (que se refieren a los segmentos cristalinos del interpolímero). Como una aproximación o para polímeros donde se desconoce la composición del "segmento duro", los valores de T_A y P_A se establecen respecto de los del homopolímero de polietileno de alta densidad.

T_{AB} es la temperatura de elución de ATREF para un copolímero aleatorio de la misma composición (que tiene una fracción molar de etileno de P_{AB}) y peso molecular como interpolímero de múltiples bloques. T_{AB} se puede calcular a partir de la fracción molar de etileno (medida por RMN) usando la siguiente ecuación:

$$15 \quad \ln P_{AB} = \alpha/T_{AB} + \beta$$

donde α y β son dos constantes que pueden determinarse mediante una calibración usando un número de fracciones de TREF preparativas bien caracterizadas de un copolímero aleatorio de amplia composición y/o copolímeros de etileno aleatorios bien caracterizados con una composición estrecha. Cabe señalar que α y β pueden variar de un instrumento a otro. Además, se necesitaría crear una curva de calibración apropiada con la composición de interés del polímero, utilizando los rangos de peso molecular apropiados y el tipo de comonómero para las fracciones de TREF preparativas y/o copolímeros aleatorios usados para crear la calibración. Hay un leve efecto del peso molecular. Si la curva de calibración se obtiene de rangos de pesos moleculares similares, tal efecto sería esencialmente insignificante. En algunas realizaciones, los copolímeros de etileno aleatorios y/o fracciones de TREF preparativa de copolímeros aleatorios satisfacen la siguiente relación:

$$25 \quad \ln P = -237.83/T_{ATREF} + 0.639$$

La ecuación de calibración anterior relaciona la fracción molar de etileno, P , con la temperatura de elución de TREF analítica, T_{ATREF} , para copolímeros aleatorios de composición estrecha y/o fracciones de TREF preparativa de copolímeros aleatorios de amplia composición. T_{x0} es la temperatura ATREF para un copolímero aleatorio de la misma composición y que tiene una fracción molar de etileno de P_x . T_{x0} puede calcularse a partir de $\ln P_x = \alpha/T_{x0} + \beta$. Por el contrario, P_{x0} es la fracción molar de etileno para un copolímero aleatorio de la misma composición y que tiene una temperatura ATREF de T_x , que puede calcularse a partir de $\ln P_{x0} = \alpha/T_x + \beta$.

Una vez que se obtiene el índice de bloques (BI) para cada fracción de TREF preparativa, puede calcularse el índice de bloques promedio en peso, ABI, para todo el polímero. En algunas realizaciones, ABI es más que cero pero menos que aproximadamente 0,4 o aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,3. En otras realizaciones, ABI es más que aproximadamente 0,4 y hasta aproximadamente 1,0. Preferentemente, ABI debe estar en el intervalo de de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 0,7, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 0,7, o de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,9. En algunas realizaciones, ABI está en el intervalo de de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,9, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,8, o de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,7, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,6, de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,5, o de aproximadamente 0,3 a aproximadamente 0,4. En otras realizaciones, ABI está en el intervalo de de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 1,0, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1,0, o de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 1,0, de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1,0, de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,0, o de aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,0.

45 Otra característica del interpolímero de múltiples bloques es que el interpolímero puede comprender al menos una fracción de polímero que puede obtenerse mediante TREF preparativa, donde la fracción tiene un índice de bloque de más que aproximadamente 0,1 y hasta aproximadamente 1,0 y el polímero que tiene una distribución molecular en peso, M_w/M_n , de más que aproximadamente 1,3. En algunas realizaciones, la fracción polimérica tiene un índice de bloque de más que aproximadamente 0,6 y hasta aproximadamente 1,0, más que aproximadamente 0,7 y hasta aproximadamente 1,0, más que aproximadamente 0,8 y hasta aproximadamente 1,0, o más que aproximadamente 0,9 y hasta aproximadamente 1,0. En otras realizaciones, la fracción polimérica tiene un índice de bloque de más que aproximadamente 0,1 y hasta aproximadamente 1,0, más que aproximadamente 0,2 y hasta aproximadamente 1,0, más que aproximadamente 0,3 y hasta aproximadamente 1,0, más que aproximadamente 0,4 y hasta aproximadamente 1,0, o más que aproximadamente 0,4 y hasta aproximadamente 1,0. En aún otras realizaciones, la fracción polimérica tiene un índice de bloque de más que aproximadamente 0,1 y hasta aproximadamente 0,5, más que aproximadamente 0,2 y hasta aproximadamente 0,5, más que aproximadamente 0,3 y hasta aproximadamente

0,5, o más que aproximadamente 0,4 y hasta aproximadamente 0,5. En aún otras realizaciones, la fracción polimérica tiene un índice de bloque más que aproximadamente 0,2 y hasta aproximadamente 0,9, más que aproximadamente 0,3 y hasta aproximadamente 0,8, más que aproximadamente 0,4 y hasta aproximadamente 0,7, o más que aproximadamente 0,5 y hasta aproximadamente 0,6.

5 Los interpolímeros de múltiples bloques de etileno α -olefina utilizados en realizaciones de la invención pueden ser interpolímeros de etileno con al menos una α -olefina C3-C20. Los interpolímeros pueden comprender además diolefina C4-C18 y/o alqueniilbenceno. Los comonómeros insaturados adecuados útiles para polimerizarse con etileno incluyen, por ejemplo, monómeros etilénicamente insaturados, dienos conjugados o no conjugados, polienos, alqueniilbencenos, etc. Los ejemplos de tales comonómeros incluyen α -olefinas C3-C20 tal como propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-hexeno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno y similares. 1-buteno y 1-octeno son especialmente preferidos. Otros monómeros adecuados incluyen estireno, estirenos sustituidos con halógeno o alquilo, vinilbencociclobutano, 1,4-hexadieno, 1,7-octadieno y nafténicos (tal como cicloocteno, ciclohexeno y cicloocteno, por ejemplo).

15 Los interpolímeros de múltiples bloques que se describen en la presente memoria pueden diferenciarse de los copolímeros convencionales, aleatorios, mezclas físicas de polímeros, y copolímeros de bloques preparados mediante adición secuencial de monómeros, catalizadores de flujo y técnicas de polimerización vivas aniónicas o catiónicas. En particular, en comparación con un copolímero aleatorio de los mismos monómeros y el contenido de monómero con cristalinidad o módulo equivalentes, los interpolímeros tienen mejor resistencia al calor (mayor según lo medido por punto de fusión, mayor temperatura de penetración de TMA, mayor resistencia a la tracción a alta temperatura, y/o mayor módulo de almacenamiento de torsión a alta temperatura según lo determinado por análisis mecánico dinámico. Las propiedades de relleno pueden beneficiarse del uso de realizaciones de los interpolímeros de múltiples bloques, en comparación con un copolímero aleatorio que contenga los mismos monómeros y contenido de monómero, los interpolímeros de múltiples bloques tienen menor deformación permanente por compresión, particularmente a temperaturas elevadas, menor relajación de tensiones, mayor resistencia a la fluencia, mayor resistencia al desgarro, mayor resistencia al bloqueo, configuración más rápida debido a una mayor temperatura de cristalización (solidificación), mayor recuperación (particularmente a temperaturas elevadas), mejor resistencia a la abrasión, mayor fuerza refractiva y mejor aceptación de aceite y relleno.

20 Otros interpolímeros de olefina incluyen polímeros que comprenden monómeros aromáticos de monovinilideno que incluyen estireno, o-metilestireno, p-metilestireno, t-butilestireno y similares. En particular, pueden usarse interpolímeros que comprenden etileno y estireno. En otras realizaciones, se pueden usar copolímeros que comprenden etileno, estireno y una α -olefina C₃-C₂₀, opcionalmente que comprende un dieno C₄ C₂₀.

30 Los monómeros de dieno no conjugados adecuados pueden incluir un dieno de hidrocarburo de cadena lineal, cadena ramificada o cíclico que tiene de 6 a 15 átomos de carbono. Los ejemplos de dienos no conjugados adecuados incluyen, pero sin limitación, dienos acíclicos de cadena lineal, tal como 1,4-hexadieno, 1,6-octadieno, 1,7-octadieno, 1,9-decadieno, dienos acíclicos de cadena ramificada, tal como 5-metil-1,4-hexadieno; 3,7-dimetil-1,6-octadieno; 3,7-dimetil-1,7-octadieno e isómeros mixtos de dihidromirceno y dihidroocineno, dienos alicíclicos de un solo anillo, tal como 1,3-ciclopentadieno; 1,4-ciclohexadieno; 1,5-ciclooctadieno y 1,5-ciclododecadieno, y dienos en anillo fusionados y con puente alicíclicos de múltiples anillos, tal como tetrahidroindeno, metiltetrahidroindeno, dicitopentadieno, biciclo- (2,2,1) -hepta-2,5-dieno; alqueniilo, alquilideno, cicloalqueniilo y cicloalquilideno norbornenos, tal como 5-metilen-2-norborneno (MNB); 5-propenil-2-norborneno, 5-isopropiliden-2-norborneno, 5-(4-ciclopentil)-2-norborneno, 5-ciclohexilideno-2-norborneno, 5-vinil-2-norborneno y norhornadieno. De los dienos usados típicamente para preparar EPDM, los dienos particularmente preferidos son 1,4-hexadieno (HI), 5-etilideno-2-norborneno (ENB), 5-vinilideno-2-norborneno (VNB), 5-metilen- 2-norborneno (MNB) y dicitopentadieno (DCPD).

35 Una clase de polímeros deseables que pueden usarse de acuerdo con las realizaciones que se describen en la presente memoria incluye interpolímeros elastoméricos de etileno, una α -olefina C3C20, especialmente propileno, y opcionalmente uno o más monómeros de dieno. Las α -olefinas preferidas para usar en esta realización se designan por la fórmula CH₂=CHR*, donde R* es un grupo alquilo lineal o ramificado de 1 a 12 átomos de carbono. Los ejemplos de α -olefinas adecuadas incluyen, pero sin limitación, propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno y 1-octeno. Una α -olefina particularmente preferente es propileno. Los polímeros a base de propileno generalmente se denominan en la técnica polímeros EP o EPDM. Dienos adecuados para usar en la preparación de dichos polímeros, especialmente polímeros de tipo EPDM de múltiple bloque, incluyen dienos de cadena lineal o ramificada, cíclicos o policíclicos conjugados o no conjugados que comprenden de 4 a 20 carbonos. 50 Los dienos preferidos incluyen 1,4-pentadieno, 1,4-hexadieno, 5-etiliden-2-norborneno, dicitopentadieno, ciclohexadieno y 5-butiliden-2-norborneno. Un dieno particularmente preferido es 5-etilideno-2-norborneno.

55 Los polímeros (homopolímeros, copolímeros, interpolímeros y interpolímeros de múltiples bloques) que se describen en la presente memoria pueden tener un índice de fusión, I₂, de 0,01 a 2000 g/10 minutos en algunas realizaciones; de 0,01 a 1000 g/10 minutos en otras realizaciones; de 0,01 a 500 g/10 minutos en otras realizaciones; y de 0,01 a 100 g/l 0 minutos en aún otras realizaciones. En ciertas realizaciones, los polímeros pueden tener un índice de fusión, I₂, de 0,01 a 10 g/10 minutos, de 0,5 a 50 g/ 10 minutos, de 1 a 30 g/10 minutos, de 1 a 6 g/10 minutos o de

0,3 a 10 g/10 minutos. En ciertas realizaciones, el índice de fusión para los polímeros puede ser aproximadamente 1 g/10 minutos, 3 g/10 minutos o 5 g/10 minutos. En otras realizaciones, los polímeros pueden tener un índice de fusión más que 20 dg/min; más que 40 dg/min en otras realizaciones; y más que 60 dg/min en aún otras realizaciones.

5 Los polímeros que se describen en la presente memoria pueden tener pesos moleculares, M_w , de 1.000 g/mol a 5.000.000 g/mol en algunas realizaciones; de 1000 g/mol a 1.000.000 en otras realizaciones; de 10.000 g/mol a 500.000 g/mol en otras realizaciones; y de 10.000 g/mol a 300.000 g/mol en aún otras realizaciones. La densidad de los polímeros que se describen en la presente memoria puede ser de 0,80 a 0,99 g/cm³; para polímeros que contienen etileno de 0,85 g/cm³ a 0,97 g/cm³; y en algunas realizaciones entre 0,87 g/cm³ y 0,94 g/cm³.

10 En algunas realizaciones, los polímeros que se describen en la presente memoria pueden tener una resistencia a la tracción arriba de 10 MPa; una resistencia a la tracción > 11 MPa en otras realizaciones; y una resistencia a la tracción > 13MPa en aún otras realizaciones. En algunas realizaciones, los polímeros que se describen en la presente memoria pueden tener un alargamiento a la rotura de al menos 600 por ciento a una velocidad de separación de cruceta de 11 cm/minuto; al menos 700 por ciento en otras realizaciones; al menos 800 por ciento en otras realizaciones; y al menos 900 por ciento en aún otras realizaciones.

15 En algunas realizaciones, los polímeros que se describen en la presente memoria pueden tener una relación de módulo de almacenamiento, $G'(25^\circ\text{C})/G'(100^\circ\text{C})$, de 1 a 50; de 1 a 20 en otras realizaciones; y de 1 a 10 en aún otras realizaciones. En algunas realizaciones, los polímeros pueden tener una deformación permanente por compresión a 70°C de menos que 80 por ciento; menos que 70 por ciento en otras realizaciones; menos que 60 por ciento en otras realizaciones; y, menos que 50 por ciento, menos que 40 por ciento, hacia abajo hasta una deformación permanente por compresión de 0 por ciento en aún otras realizaciones.

20 En algunas realizaciones, los interpolímeros de etileno/ α -olefina pueden tener un calentamiento de fusión de menos que 85 J/g. En otras realizaciones, el interpolímero de etileno/ α -olefina puede tener una fuerza de bloqueo de pélets igual a o menor que 4800 Pa (100 libras/pie²); igual a o menor que 2400 Pa (50 libras/pie²) en otras realizaciones; igual a o menor que 240 Pa, (5 libras/pie²) y tan bajo como 0 Pa (0 libras/pie²) en aún otras realizaciones.

25 En algunas realizaciones, los polímeros de bloque fabricados con dos catalizadores que incorporan cantidades diferentes de comonomero pueden tener una relación en peso de bloques formados de ese modo que varía de 95: 5 a 5:95. Los interpolímeros elastoméricos, en algunas realizaciones, tienen un contenido de etileno de 20 a 90 por ciento, un contenido de dieno de 0,1 a 10 por ciento, y un contenido de α -olefina de 10 a 80 por ciento, en base al peso total del polímero. En otras realizaciones, los polímeros elastoméricos de múltiples bloques tienen un contenido de etileno de 60 a 90 por ciento, un contenido de dieno de 0,1 a 10 por ciento, y un contenido de α -olefina de 10 a 40 por ciento, en base al peso total del polímero. En otras realizaciones, el interpolímero pueden tener una viscosidad de Mooney (ML (1+4) 125°C) que varía de 1 a 250. En otras realizaciones, tales polímeros pueden tener un contenido de etileno de 65 a 75 por ciento, un contenido de dieno de 0 a 6 por ciento, y un contenido de α -olefina de 20 a 35 por ciento.

30 En ciertas realizaciones, el polímero puede ser un copolímero o interpolímero de propileno-etileno que tiene un contenido de etileno entre 5 y 20% en peso y un índice de fluidez (230°C con 2,16 kg de peso) de 0,5 a 300 g/10 min. En otras realizaciones, el copolímero o interpolímero de propileno-etileno puede tener un contenido de etileno entre 9 y 12% en peso y un índice de flujo fluido (230°C con 2,16 kg de peso) de 1 a 100 g/10 min.

35 En algunas realizaciones particulares, el polímero es un copolímero o interpolímero a base de propileno. En algunas realizaciones, un copolímero o interpolímero de propileno/etileno se caracteriza porque tiene secuencias de propileno sustancialmente isotácticas. El término "secuencias de propileno sustancialmente isotácticas" y términos similares significan que las secuencias tienen una tríada isotáctica (mm) medida por ¹³C RMN de más que aproximadamente 0,85, preferentemente más que aproximadamente 0,90, más preferentemente más que aproximadamente 0,92 y mucho más preferentemente más que aproximadamente 0,93. Las triadas isotácticas son bien conocidas en la técnica y se describen, por ejemplo, en la Patente Estadounidense No. 5.504.172 y WO 00/01745, que se refieren a la secuencia isotáctica en términos de una unidad de tríada en la cadena molecular de copolímero determinada por espectros de ¹³C RMN. En otras realizaciones particulares, el copolímero de etileno- α -olefina puede ser copolímeros o interpolímeros de etileno-buteno, etileno-hexeno, o etileno-octeno. En otras realizaciones particulares, el copolímero de propileno- α -olefina puede ser un propileno-etileno o un copolímero o interpolímero de propileno-etileno-buteno.

40 Los polímeros que se describen en la presente memoria (homopolímeros, copolímeros, interpolímeros, interpolímeros de múltiples bloques) pueden producirse utilizando un catalizador de sitio simple y pueden tener un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 15.000 a aproximadamente 5 millones, tal como de aproximadamente 20.000 a aproximadamente 1 millón. La distribución de peso molecular del polímero puede ser de aproximadamente 1,01 a aproximadamente 80, tal como de aproximadamente 1.5 a aproximadamente 40, tal como de aproximadamente 1.8 a aproximadamente 20.

En algunas realizaciones, el polímero puede tener una dureza Shore A de 30 a 100. En otras realizaciones, el polímero pueden tener una dureza Shore A de 40 a 90; de 30 a 80 en otras realizaciones; y de 40 a 75 en aún otras realizaciones.

5 Los polímeros, copolímeros, interpolímeros e interpolímeros de múltiples bloques de olefina pueden funcionalizarse incorporando al menos un grupo funcional en su estructura polimérica. Los ejemplos de grupos funcionales pueden incluir, por ejemplo, ácidos carboxílicos mono- y di-funcionales etilénicamente insaturados, anhídridos de ácido carboxílico mono- y di-funcionales etilénicamente insaturados, sales de los mismos y ésteres de los mismos. Dichos grupos funcionales se pueden inyectar en un polímero de olefina, o se pueden copolimerizar con etileno y un comonomero adicional opcional para formar un interpolímero de etileno, el comonomero funcional y opcionalmente otro/s comonomero/s. Los medios para inyectar grupos funcionales en polietileno se describen, por ejemplo, en las Patentes Estadounidenses No. 4.762.890, 4.927.888 y 4.950.541. Un grupo funcional particularmente útil es el anhídrido maleico.

15 La cantidad del grupo funcional presente en el polímero funcional puede variar. El grupo funcional puede estar presente en una cantidad de al menos aproximadamente 1,0 por ciento en peso en algunas realizaciones; al menos aproximadamente 5 por ciento en peso en otras realizaciones; y al menos aproximadamente 7 por ciento en peso en aún otras realizaciones. El grupo funcional puede estar presente en una cantidad de menos que aproximadamente 40 por ciento en peso en algunas realizaciones; menos que aproximadamente 30 por ciento en peso en otras realizaciones; y menos que aproximadamente 25 por ciento en peso en aún otras realizaciones.

20 Las láminas de espuma de acuerdo a las realizaciones que se describen en la presente memoria pueden incluir una capa simple o múltiples capas según lo que se desee. Los artículos de espuma se pueden producir de cualquier manera para dar como resultado al menos una capa de espuma. Las capas de espuma que se describen en la presente memoria se pueden hacer mediante un método de procesamiento de fusión a presión tal como un método de extrusión. La extrusora puede ser un sistema en tándem, una extrusora de husillo simple, una extrusora de doble husillo, etc. La extrusora puede estar equipada con matrices anulares de múltiples capas, matrices de película plana y bloques de alimentación, bloques de alimentación de múltiples capas como los descritos en la Patente Estadounidense No. 4.908.278 (Bland et al.), matrices de múltiples paletas o múltiples colectores tal como una matriz de paletas de 3 capas disponible de Cloeren, Orange, Texas. También se puede preparar una composición espumable combinando un agente de soplado químico y polímero en una temperatura por debajo de la temperatura de descomposición del agente de soplado químico, y luego se hace espuma. En algunas realizaciones, la espuma se puede coextruir con una o más capas de barrera.

30 Un método para producir las espumas que se describen en la presente memoria es mediante el uso de una extrusora, como se mencionó anteriormente. En este caso, la mezcla espumable (polímero + agente de soplado) se extruye. A medida que la mezcla sale de una matriz extrusora y al exponerla a presión reducida, el gas fugitivo se nuclea y forma celdas dentro del polímero para crear un artículo de espuma. El artículo de espuma resultante puede luego depositarse en un tambor de colada controlado por temperatura. La velocidad del tambor de colada (es decir, según lo producido por las RPM del tambor) puede afectar el espesor total del artículo de espuma. A medida que aumenta la velocidad del rodillo de colada, el espesor total del artículo de espuma puede disminuir. Sin embargo, el espesor de la capa de barrera en la salida de la matriz, que es donde se produce la formación de espuma, es la longitud de difusión para el sistema. A medida que el artículo de espuma se estira y se templea en el tambor de colada, el espesor de la capa de barrera puede disminuir hasta que se solidifique el artículo de espuma. En otras palabras, es la longitud de difusión de la capa de barrera (es decir, el espesor) en la salida de la matriz el factor importante para controlar la difusión del gas fugitivo.

45 Los agentes de soplado adecuados para usar en la formación de las espumas que se describen en la presente memoria pueden ser agentes de soplado físicos, que son típicamente el mismo material que el gas fugitivo, por ejemplo, CO₂, o un agente de soplado químico, que produce el gas fugitivo. Se puede usar más de un agente de soplado físico o químico y se pueden usar agentes de soplado físicos y químicos juntos.

50 Los agentes de soplado físicos útiles en la presente invención incluyen cualquier material atmosférico de origen natural que sea un vapor a la temperatura y presión a la que la espuma sale de la matriz. El agente de soplado físico puede introducirse, es decir, inyectarse en el material polimérico como un gas, un fluido supercrítico o líquido, preferiblemente como un fluido o líquido supercrítico, mucho más preferiblemente como un líquido. Los agentes de soplado físicos usados dependerán de las propiedades buscadas en los artículos de espuma resultantes. Otros factores considerados al elegir un agente de soplado son su toxicidad, perfil de presión de vapor, facilidad de manejo y solubilidad con respecto a los materiales poliméricos utilizados. Se prefieren los soplados no inflamables, no tóxicos y que no agotan la capa de ozono porque son más fáciles de usar, por ejemplo, menos problemas ambientales y de seguridad, y generalmente son menos solubles en polímeros termoplásticos. Los agentes de soplado físicos adecuados incluyen, por ejemplo, dióxido de carbono, nitrógeno, SF₆, óxido nitroso, fluidos perfluorados, tal como C₂F₆, argón, helio, gases nobles, tal como xenón, aire (mezcla de nitrógeno y oxígeno) y mezclas de estos materiales.

60 Los agentes de soplado químicos que se pueden usar en la presente invención incluyen, por ejemplo, una mezcla de bicarbonato de sodio y ácido cítrico, dinitrosopentametilentetramina, p-toluenosulfonilhidrazida,

4-4'-oxibis(bencenosulfonilhidrazida, azodicarbonamida (1,1'-azobisformamida), p-toluenosulfonil semicarbazida, 5-feniltetrazol, análogos de 5-feniltetrazol, diisopropilhidrazodicarboxilato, 5-fenil-3,6-dihidro-1,3,4-oxadiazin-2-ona y borohidruro de sodio. Preferentemente, los agentes de de soplado son, o producen, uno o más gases fugitivos que tienen una presión de vapor de más que 0,689 MPa a 0 °C.

- 5 La cantidad total del agente de soplado utilizado depende de las condiciones tales como las condiciones del proceso de extrusión en la mezcla, el agente de soplado que se usa, la composición del extruido y la densidad deseada del artículo fundido. El extruido se define aquí como que incluye la mezcla de agente de soplado, una resina de poliolefina y cualquier aditivo. Para una espuma que tiene una densidad de aproximadamente 16,0 kg/m³ a aproximadamente 240,3 kg/m³ (aproximadamente 1 a aproximadamente 15 libras/pie³), el extruido típicamente comprende de aproximadamente 18 a aproximadamente 1 % en peso de agente de soplado. En otras realizaciones, se puede utilizar 1% a 10% del agente de soplado.

- 15 La mezcla de agente de soplado utilizada en la presente invención comprende menos que aproximadamente 99 mol % de isobutano. La mezcla de agente de soplado en general comprende de aproximadamente 10 mol % a aproximadamente 60 o 75 mol % de isopentano. La mezcla de agente de soplado más típicamente comprende de aproximadamente 15 mol % a aproximadamente 40 mol % de isopentano. Más específicamente, la mezcla de agente de soplado comprende de aproximadamente 25 o 30 mol % a aproximadamente 40 mol % de isobutano. La mezcla de agente de soplado en general comprende al menos aproximadamente 15 o 30 mol % de agente/s de co-soplado. Más específicamente, la mezcla de agente de soplado comprende de aproximadamente 40 a aproximadamente 85 o 90 mol % de agente/s de co-soplado. La mezcla de agente de soplado más típicamente comprende de aproximadamente 60 mol % a aproximadamente 70 o 75 mol % de agente/s de co-soplado.

- 20 Se puede emplear un agente nucleante o una combinación de tales agentes en la presente invención para obtener ventajas, tal como su capacidad para regular la formación y morfología de celdas. Un agente nucleante, o un agente de control de tamaño de celda, puede ser cualquier agente nucleante convencional o útil. La cantidad de agente nucleante utilizada depende del tamaño de celda deseado, la mezcla de agente de soplado seleccionada y la densidad de espuma deseada. El agente nucleante generalmente se agrega en cantidades de aproximadamente 0,02 a aproximadamente 20% en peso de la composición de resina de poliolefina.

- 25 Algunos agentes nucleantes contemplados incluyen materiales inorgánicos (en forma de partículas pequeñas), tal como arcilla, talco, sílice y tierra de diatomeas. Otros agentes nucleantes contemplados incluyen agentes nucleantes orgánicos que se descomponen o reaccionan a la temperatura de calentamiento dentro de una extrusora para desarrollar gases, tal como dióxido de carbono, agua y/o nitrógeno. Un ejemplo de un agente nucleante orgánico es una combinación de una sal de metal alcalino de un ácido policarboxílico con un carbonato o bicarbonato. Algunos ejemplos de sales de metales alcalinos de un ácido policarboxílico incluyen, pero no se limitan a, la sal monosódica del ácido 2,3-dihidroxiбутanodioico (comúnmente referido como tartrato hidrógeno de sodio), la sal monopotásica del ácido butanodioico (comúnmente referida como succinato hidrógeno de potasio), las sales trisódicas y tripotásicas del ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico (comúnmente referidas como citrato de sodio y potasio, respectivamente) y la sal disódica del ácido etanedioico (comúnmente referida como oxalato de sodio), o ácido policarboxílico tal como ácido 2-hidroxi-1,2,3-propano-tricarboxílico. Algunos ejemplos de un carbonato o un bicarbonato incluyen, pero no se limitan a, carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, carbonato de potasio, bicarbonato de potasio y carbonato de calcio.

- 30 Se contempla que pueden agregarse mezclas de diferentes agentes nucleantes en la presente invención. Algunos agentes nucleantes más deseables incluyen talco, sílice cristalina y una mezcla estequiométrica de ácido cítrico y bicarbonato de sodio (la mezcla estequiométrica tiene una concentración de 1 a 100 por ciento en la que el vehículo es un polímero adecuado tal como polietileno). Talco se puede agregar en un vehículo o en forma de polvo.

- 35 Se pueden emplear agentes de permeación de gas o agentes de control de estabilidad en la presente invención para ayudar a prevenir o inhibir el colapso de la espuma. Los agentes de control de estabilidad adecuados para su uso en la presente invención pueden incluir los ésteres parciales de ácidos grasos de cadena larga con polioles que se describen en la Patente Estadounidense No. 3.644.230, alquilaminas superiores saturadas, amidas de ácidos grasos superiores saturadas, ésteres completos de ácidos grasos superiores como los descritos en la Patente Estadounidense No. 4.214.054, y combinaciones de los mismos descritos en la Patente Estadounidense No. 5.750.584.

- 40 Los ésteres parciales de ácidos grasos que pueden desearse como agente de control de estabilidad incluyen los miembros de la clase genérica conocida como agentes tensioactivos o tensioactivos. Una clase preferida de tensioactivos incluye un éster parcial de un ácido graso que tiene de 12 a 18 átomos de carbono y un poliol que tiene de tres a seis grupos hidroxilo. Más preferiblemente, los ésteres parciales de un ácido graso de cadena larga con un componente de poliol del agente de control de estabilidad son monoestearato de glicerol, diestearato de glicerol o mezclas de los mismos. Se contempla que en la presente invención se pueden emplear otros agentes de permeación de gas o agentes de control de estabilidad para ayudar a prevenir o inhibir el colapso de la espuma.

Aditivos

ES 2 669 294 T3

Si se desea, se pueden usar materiales de relleno, colorantes, estabilizantes a la luz y al calor, antioxidantes, secuestradores de ácidos, retardadores de llama, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de extrusión y aditivos espumantes para hacer espuma. La espuma de la invención puede contener materiales de relleno en cantidades, dependiendo de la aplicación para la que están diseñados, que varían de aproximadamente de 2 a 100 por ciento (base seca) del peso del componente polimérico. Estos ingredientes opcionales pueden incluir, pero no se limitan a, carbonato de calcio, polvo de dióxido de titanio, partículas de polímero, esferas de vidrio huecas, fibras poliméricas tal como monofilamentos básicos a base de poliolefina y similares.

Las espumas útiles para las realizaciones descritas tienen un espesor entre 8 y 30 mm. Las espumas tienen una densidad entre 30 y 150 kg/m³. Las espumas tienen un tamaño de celda entre 0,2 y 3 mm.

En algunas realizaciones, La capa de espuma se puede perforar para facilitar el drenaje, de modo que en caso de lluvia, el agua puede salir de la superficie de juego.

En algunas realizaciones, las espumas descritas anteriormente se pueden usar como una capa de absorción de impactos en un césped sintético. Además, se pueden realizar ensayos para analizar el rendimiento de la temperatura y el envejecimiento, así como las propiedades de rebote y giro del césped resultante. En resumen, los ensayos significativos y los resultados deseados para el rendimiento del césped artificial según lo especificado por el Manual de Concepto de Calidad de la FIFA (Edición de marzo de 2006) se muestran en la tabla a continuación. Aquellos que tienen experiencia ordinaria en la técnica apreciarán que este es solo un uso de la espumas que se describen en la presente memoria, y que el césped artificial y las espumas que se describen en la presente memoria pueden ser útiles en varias otras aplicaciones, y una cantidad de otros deportes, tal como rugby y hockey de campo, por ejemplo.

ENSAYOS DE LABORATORIO – INTERACCIÓN PELOTA/SUPERFICIE							
Propiedad	Procedimiento de ensayo	Procedimiento de ensayo	Condiciones de ensayo			Requisitos	
			Preparación	Temperatura	Condición	Recomendado por FIFA ** (mejor clasificación)	Recomendado por FIFA *
Rebote vertical de pelota	FIFA 01105-01 & FIFA 09105-01		Pre-acondicionamiento	23°C	Seco	0,60m -0,85m	0,60m -1m
					Húmedo		-
			Desgaste simulado	23°C	Seco	0,60m -1m	
Absorción de impactos	FIFA 04105-01 & FIFA 10105-01	Promedio de pie plano 2°/3° impacto	Pre-acondicionamiento	23°C	Seco	60% - 70%	55% - 70%
					Húmedo		-
			Desgaste simulado	23°C	Seco		55% - 70%
		-	40°C	Seco	-		
		Pie plano 1° impacto	-	-5°C	Congelado	60% - 70%	-
Deformación vertical	FIFA 05105-01 & FIFA 10105-01	Promedio de pie plano 2°/3° impacto	Pre-acondicionamiento	23°C	Seco	4mm - 8mm	4mm - 9mm
					Húmedo		-
			Desgaste simulado	23°C	Seco		4mm - 9mm

Absorción de impactos

Principio: Una masa (20 kg) cae, como se analiza en el Manual de Concepto de Calidad de FIFA (Edición de marzo de 2006), que se incorpora en su totalidad por referencia. La fuerza máxima aplicada se registra. El % de reducción en esta fuerza con relación a la fuerza máxima medida en una superficie de concreto se informa como 'Reducción de

25

fuerza'.

Requisito de FIFA:

FIFA 2 estrellas: 60% - 70%

FIFA 1 estrella: 55% - 70%

5 **Deforcación vertical**

Se permite que la masa del principio A caiga sobre un resorte que descansa y se determina la deforcación máxima de la superficie.

Requisito de la FIFA:

FIFA 2 estrellas: 4 mm - 8 mm

10 FIFA 1 estrella: 4 mm - 9 mm

Ejemplos

15 Se investiga la utilidad de las resinas de poliolefinas que tienen densidades y espesores de espuma seleccionados. Específicamente, se estudian varias resinas de polietileno, comercialmente disponibles de The Dow Chemical Company, Midland, MI. La Tabla 1 y la Tabla 2 muestran varios de los compuestos utilizados. En la Tabla 1, se investiga el rendimiento del polietileno reticulado (ejemplos comparativos 1c-4c) frente al polietileno no reticulado (ejemplos 1-4). Específicamente, con respecto a la Tabla 1, (LDPE 300E y LDPE PG 7004, y mezclas de los mismos, LDPE 6201 y XU 60021.24 se usan para generar los datos. Las formulaciones usadas en la creación de la Tabla se muestran a continuación.

Ejemplo	Resina A/B	Densidad de resina (kg/m3)	Densidad de espuma (kg/m3)	Espesor (mm)	reticulado
1	XU 60021.24*	0,922	33	10	No
2	90/10 (LDPE 300E/ LDPE PG7004)	0,923	45	10	No
3	70/30 (LDPE 300E/ LDPE PG7004)	0,923	64	10	No
**4	LDPE 6201	0,923	144	51	No

20 Tabla 1

Ejemplo	Resina A				Resina B				Espuma		
	(% en peso)	Tipo de polímero	Densidad (g/cm ³) (ASTM D792)	I ₂ (g/10min)	(% en peso)	Tipo de polímero	Densidad (g/cm ³) (ASTM D792)	I ₂ (g/10min)	Densidad (kg/m ³)	Espesor (mm)	Reticulado
1	100	LDPE	0,922	3,3	-	-	-	-	33	10	No
2	90	LDPE	0,9235	0,8	10	LDPE	0,9215	4,1	45	10	No
3	70	LDPE	0,9235	0,8	30	LDPE	0,9215	4,1	64	10	No
** 4	100	LDPE	0,9239	1,85	-	-	-	-	144	51	No

Tabla 1. Ejemplos comparativos.

25

Ejemplo comparativo	Designación	Densidad de espuma (kg/m ³)	Espesor (mm)	Reticulado (sí/no)
1c	Qycell T-20*	33	10	Sí
2c	Qycell T-30*	45	10	Sí
3c	Qycell T-40*	64	10	Sí
4c	Qycell T-80*	119	11.5	No

“*” Indica espuma comercialmente disponible de Qycell Corporation (Ontario, California, EE.UU.)

** Este ejemplo está fuera del alcance de la presente invención reivindicada.

5 En cuanto a la absorción de impactos, la deformación vertical y la restitución de energía, se investigó el rendimiento de las espumas de polietileno no reticulado de la Tabla 1, comercialmente disponibles de The Dow Chemical Company, Midland, MI. Los resultados de esta investigación se resumen en la Figura 1. Con respecto a la Tabla 1, la tensión y deformación por compresión, fluencia por compresión y comportamiento de tensión-deformación por compresión se analiza utilizando una máquina de ensayo universal Instron Modelo 5565 (Norwood, MA) equipada con placas de compresión y una celda de carga de 2kN. Cuando los ensayos se realizan a 65°C, también se utiliza una cámara ambiental Instron (Modelo 3119-405-21).

10 Se cortan muestras de 2,5 a 5 cm de ancho por 5 cm de profundidad a partir de láminas de espuma. Para medir el comportamiento de tensión-deformación por compresión, las muestras se insertan entre los centros de las placas de compresión. La dirección del espesor de la espuma se alinea en paralelo al movimiento de la cruceta. Se aplicó una carga previa de 2,5 N a 5 mm/min, y se volvió a poner en cero la posición de la cruceta. La muestra se comprime a 10 mm/min hasta que la carga se acerca a la capacidad de la celda de carga. La tensión se calcula dividiendo la fuerza de compresión medida por el producto del ancho y la profundidad de la espuma. La tensión se cuantifica en unidades de megapascales (MPa). La deformación en términos de por ciento se calcula dividiendo el desplazamiento de la cruceta por el espesor inicial de la espuma y multiplicando por cien. Los resultados para los ensayos de comportamiento de tensión-deformación por compresión se ilustran en las Figuras 2 y 2c (muestras comparativas).

20 Para medir el comportamiento de la histéresis de compresión, se carga una muestra de espuma en el Instron de la misma manera que anteriormente. Se aplica una carga previa de 2,5 N a 5 mm/min, y la posición de la cruceta se vuelve a poner en cero. Luego, la muestra se comprime a 10 mm/min hasta que la tensión alcanza 0,38 MPa, designada como etapa de compresión. Inmediatamente, la cruceta se invierte hasta que se alcanza una carga de 0,0038MPa, designada como descompresión. Sin interrupción, la muestra se comprime y descomprime durante 10 ciclos.

30 Para medir el comportamiento de fluencia de compresión, se carga una muestra de espuma en el Instron de la misma manera que anteriormente, excepto que la cámara ambiental está instalada y se precalienta a una temperatura de 65°C. La muestra se coloca entre las placas de compresión, a 65°C. Después de permitir que la muestra de espuma se equilibre dentro de la cámara durante una hora, se aplica una carga previa de 2,5 N a 5 mm/min y se vuelve a poner a cero la posición de la cruceta. La carga se aplica entonces a 0,16 MPa. La posición de la cruceta se ajusta automáticamente por computadora Instron, para mantener una tensión de 0,16 MPa durante 12 horas. Se mide la tensión de compresión frente al tiempo, cuyos resultados se presentan en las Figuras 3 y 3c. Después de 12 horas, la cruceta vuelve a su posición inicial. Después de otras dos horas, se retira la espuma y se deja enfriar a las condiciones ambientales (20°C, 50% de humedad relativa). El espesor de la espuma se vuelve a medir. La deformación correspondiente se denomina "deformación a la liberación, 2 horas". Los resultados del ensayo de comportamiento de fluencia de compresión se presentan en la Figura 4.

40 Medición del comportamiento de absorción de energía de las espumas, metodología del concepto de calidad de FIFA tal como se describe en "March 2006 FIFA Quality Concept Requirements for Artificial Turf Surfaces", el manual de la FIFA sobre métodos de ensayo y requisitos para césped artificial. Estas espumas se ensayan de acuerdo con esta metodología y se encuentra que las espumas que tienen una densidad de 144 kg/m³, como ejemplo, funcionan de manera aceptable. A continuación se proporcionan resultados de ensayo más detallados sobre la absorción de impactos. Volviendo al desempeño de compresión, los siguientes gráficos ilustran que el rendimiento de la espuma no se ve comprometido por la eliminación de la reticulación. Además, las realizaciones de la presente invención pueden ser útiles para cualquier campo que pueda usar césped artificial, tal como rugby y hockey de campo.

Las Figuras 3, 3c y 4 ilustran que esencialmente se puede lograr el mismo comportamiento de fluencia de compresión y recuperación subsiguiente a pesar de la eliminación del reticulado.

El césped sintético, utilizando las realizaciones de la presente invención, se muestra en la fig

ura 5. Específicamente, se proporciona una espuma de polietileno no reticulado como una capa de absorción de impactos, que se puede unir a un soporte. El césped artificial está unido al soporte, y los espacios entre el césped pueden llenarse con un relleno.

5 Las realizaciones que usan polietileno no reticulado pueden ser ventajosas ya que el polietileno no reticulado es reciclable y, por lo tanto, no existen problemas medioambientales. Las realizaciones de las espumas del polímero que se describen en la presente memoria también pueden ser útiles como capas pesadas para la amortiguación del ruido y la vibración, entre otros.

10 Aunque la invención se ha descrito con respecto a un número limitado de realizaciones, los expertos en la materia, que tienen el beneficio de esta descripción, apreciarán que pueden idearse otras formas de realización que no se aparten del alcance de la invención como que se describe en la presente memoria. En consecuencia, el alcance de la invención debería estar limitado solo por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una superficie de césped sintético que comprende:
- a. una alfombra de césped sintético que tiene una lámina base flexible, y
 - b. una almohadilla de absorción de impactos, en donde la almohadilla de absorción de impactos comprende una espuma de poliolefina no reticulada;
- 5 en donde la poliolefina tiene una densidad de 0,80 a 0,99 g/cm³;
- en donde el espesor de la espuma está entre 8 y 30 mm;
- en donde la densidad de la espuma está entre 30 y 150 kg/m³;
- en donde la espuma tiene un tamaño de celda de entre 0,2 y 3 mm;
- 10 en donde el césped sintético tiene al menos uno de:
- un rebote de pelota vertical de 0,60 a 1 m, según lo medido de acuerdo con las regulaciones de FIFA;
 - una absorción de impactos de 55% a 70% según lo medido de acuerdo con las regulaciones de FIFA; y
 - una deformación vertical de 4mm a 9 mm según lo medido de acuerdo con las regulaciones de FIFA.
- 15 2. La superficie de césped sintético de la reivindicación 1, en donde la espuma de poliolefina comprende una espuma de polietileno.
3. La superficie de césped sintético de la reivindicación 2, en donde el polietileno tiene una densidad de 0,865 y 0,96 g/cc.
4. La superficie de césped sintético de la reivindicación 1, en donde el césped tiene un rebote de pelota vertical de 0,60 a 1 m, según lo medido de acuerdo con las regulaciones de FIFA.
- 20 5. La superficie de césped sintético de la reivindicación 1, en donde el césped tiene una absorción de impactos de 55% a 70% según lo medido de acuerdo con las regulaciones de FIFA.
6. La superficie de césped sintético de la reivindicación 1, en donde el césped tiene una deformación vertical de 4mm a 9 mm según lo medido de acuerdo con las regulaciones de FIFA.
- 25 7. La superficie de césped sintético de la reivindicación 1, en donde la espuma de poliolefina comprende al menos dos capas de espuma.
8. La superficie de césped sintético de la reivindicación 1, en donde la poliolefina tiene un índice de fusión, I₂, de 0,01 a 100 g/10 minutos.
9. La superficie de césped sintético de la reivindicación 1, en donde la poliolefina tiene un peso molecular, M_w, de 10.000 a 500.000 g/mol.
- 30

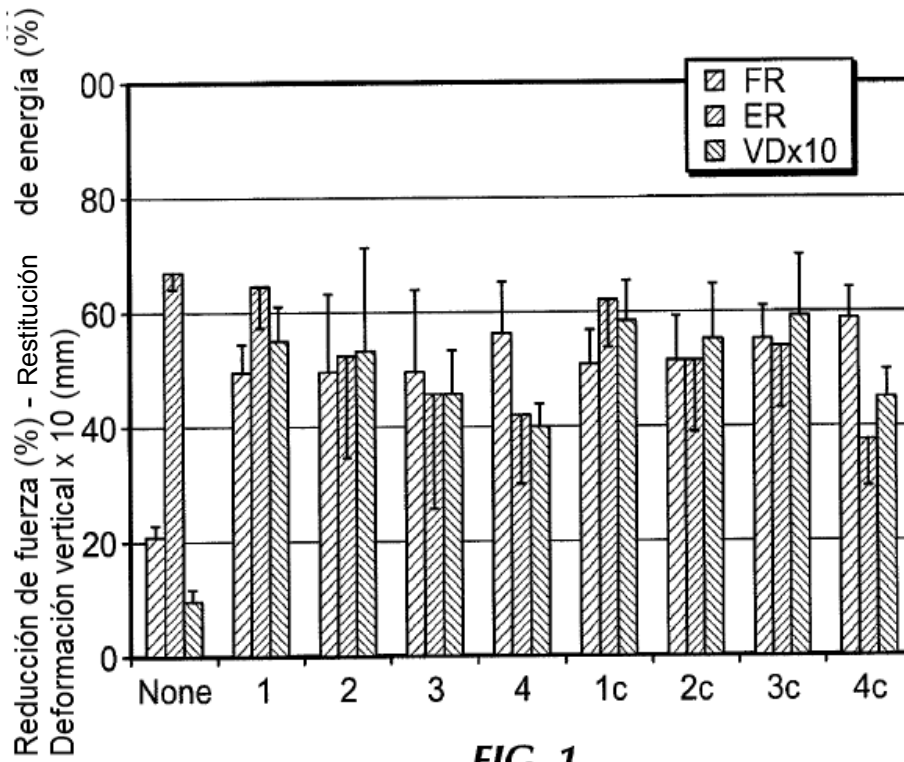


FIG. 1

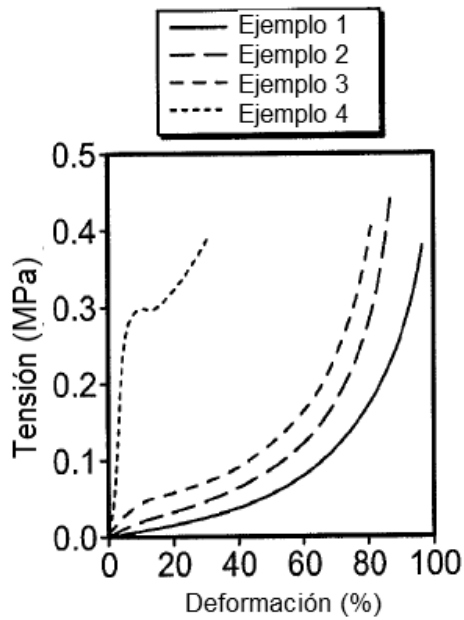


FIG. 2

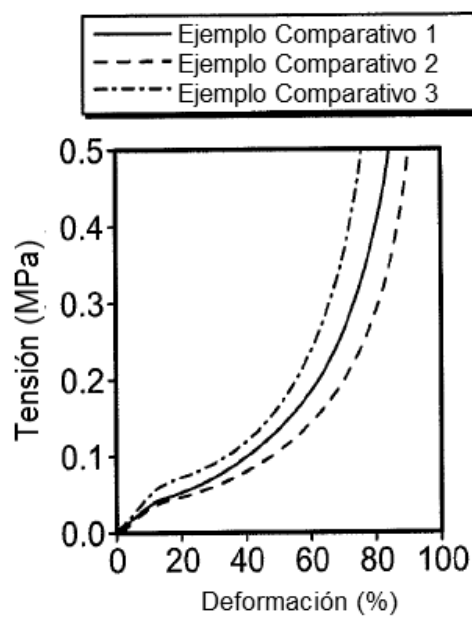


FIG. 2c

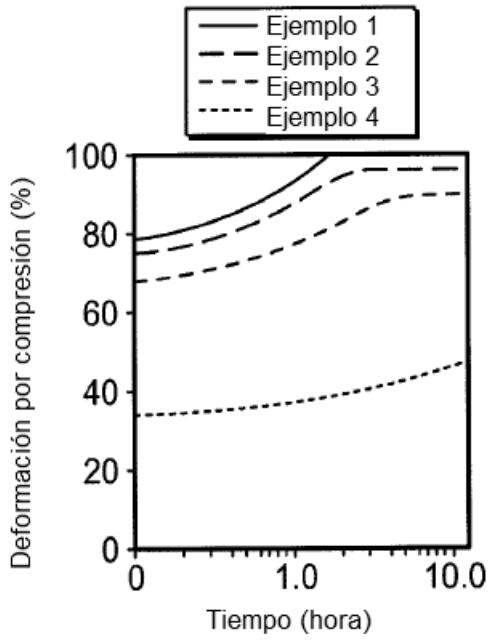


FIG. 3

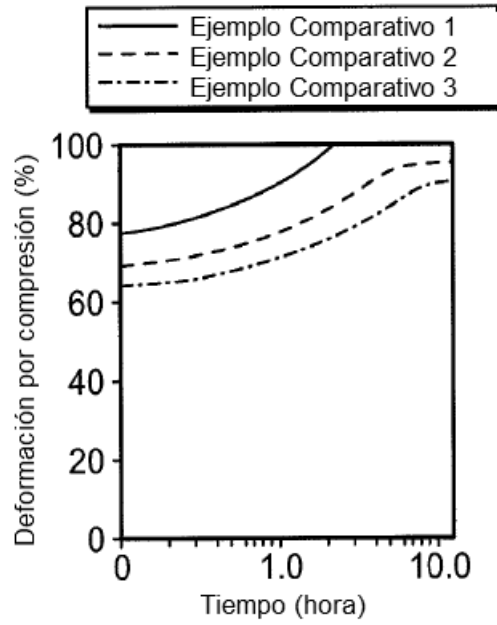


FIG. 3c

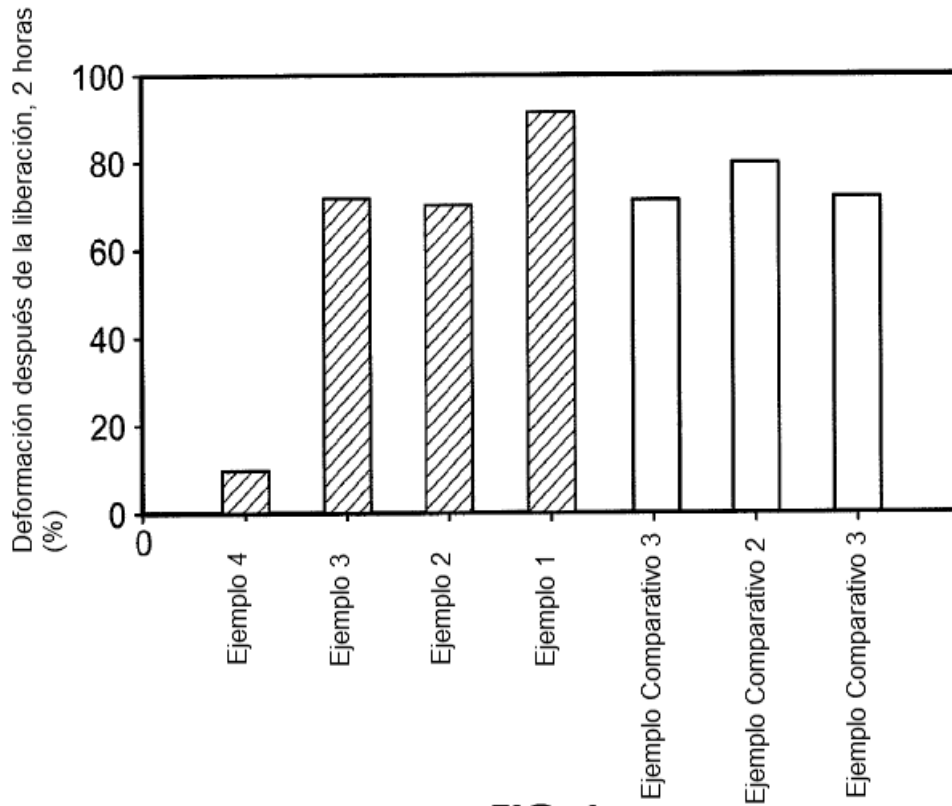


FIG. 4

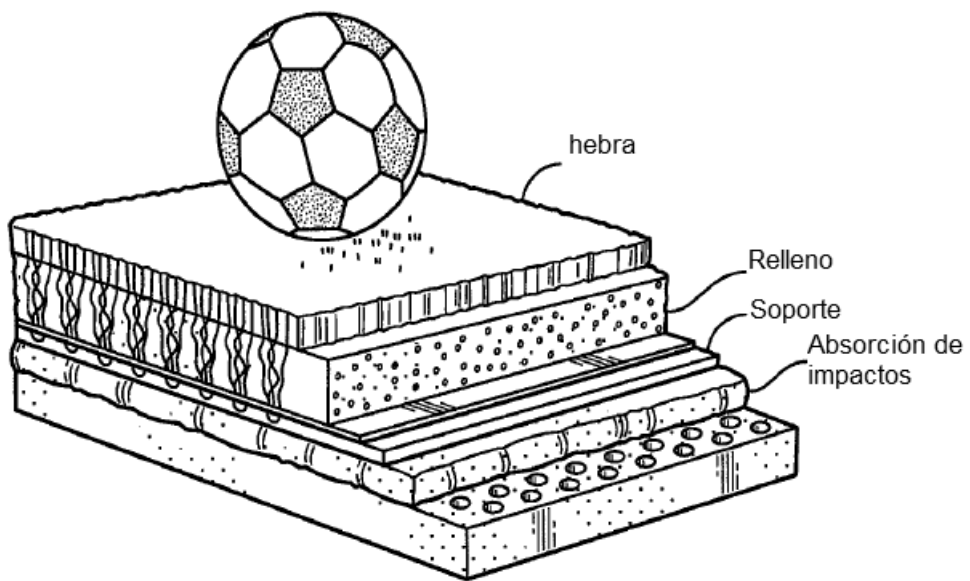


FIG. 5