

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 079**

51 Int. Cl.:

E01C 13/02 (2006.01)

E01C 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2017** **E 17382915 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2022** **EP 3505680**

54 Título: **Sistema de césped artificial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.11.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LÓPEZ, DAVID;
ÁLVAREZ, EDUARDO;
DEAVENPORT, JOSEPH L.;
SHAH, VIRAJ K. y
KOPPI, KURT A.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 928 079 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

Sistema de césped artificial

5 **Antecedentes**

El interés por el césped artificial en los últimos años ha sido polémico. El césped artificial (también conocido como “campo”) se usa cada vez más para reemplazar el césped natural sobre las superficies de juego, en particular, en campos deportivos y parques infantiles. El césped artificial también encuentra aplicación en entornos de paisajes y ocio.

10 En el “césped artificial de tercera generación”, o “césped 3G”, las briznas de césped artificial (la “pila”) está soportada por una capa base delgada de arena y por un relleno de virutas de caucho. La altura de la pila varía de 40 milímetros (mm) a 65 mm, según el deporte principal que se juegue sobre la superficie. La mayoría de los campos 3G consisten en hilos de polietileno (PE) empenachados en un soporte primario. De forma típica, el
15 bloqueo de mechones se logra mediante la aplicación de un recubrimiento de soporte secundario de poliuretano (PU) o un recubrimiento de soporte secundario de látex de estireno-butadieno. A continuación, el relleno se distribuye entre las fibras de hilo para estabilizar la posición vertical de las fibras, proporcionar tracción a los jugadores y contribuir a la absorción de impactos del sistema. En combinación con un relleno adecuado, también se instala debajo del sistema una capa de almohadilla antiimpactos de PU espumado para optimizar la absorción
20 de impactos.

Los sistemas de césped artificial se usan en campos de deportes de contacto para mejorar la seguridad de los jugadores y mejorar la consistencia del juego. Una característica importante del césped artificial es su capacidad para absorber impactos. El elemento de absorción de impactos del césped artificial incluye el material de relleno y la almohadilla antiimpactos. Sin embargo, el uso de estos componentes presenta una serie de inconvenientes.

El relleno es desventajoso porque el relleno requiere una distribución uniforme de mantenimiento constante de los
25 gránulos de relleno para reducir el riesgo de lesión de los jugadores. Además, la capacidad de absorción de impactos del relleno se degrada a lo largo del tiempo, lo que requiere la reposición del relleno y aumenta el coste.

El uso de gránulos de relleno de caucho en virutas y/o arena, solos o en combinación con una almohadilla antiimpactos de PU, hace que los sistemas de césped artificial existentes sean difíciles de reciclar, lo que genera
30 costes de incineración o eliminación.

35 US-2015/167254 A1 describe un césped artificial adaptado para su uso en aplicaciones de paisaje y deportes que comprende una capa de fibras unidas mecánicamente formadas como una estera no tejida elaborada de una o más fibras naturales y/o sintéticas. Se inserta una pluralidad de mechones de hilo de pila a través de la capa de fibras unidas mecánicamente. Se aplica un soporte en el lado posterior de la capa de fibras unidas mecánicamente que potencia el anclaje de los mechones a la capa de fibras unidas mecánicamente.

40 US-2017/198442 A1 describe un sistema de tensión de resorte para una baldosa de suelo que tiene un bucle de resorte con una parte de base y una parte de aro.

45 WO 2013/060634 A1 describe una almohadilla antiimpactos que comprende una estera entrelazada tridimensional de filamentos extruidos elaborados de un polímero elastomérico termoplástico, especialmente un polímero de poliéster elastomérico termoplástico o un polímero de poliuretano elastomérico termoplástico, que proporciona una absorción de impactos y restitución de energía mejoradas en los sistemas de césped artificial.

50 La técnica reconoce la necesidad de sistemas de césped artificial alternativos con una capacidad de absorción de impactos mejorada sola o en combinación con una reciclabilidad mejorada.

Sumario

55 La presente descripción proporciona un sistema de césped artificial. En una realización, el sistema de césped artificial incluye una capa de soporte principal y un componente de absorción de impactos. La capa de soporte principal tiene una pluralidad de hilos de césped artificial que sobresalen hacia arriba desde la capa de soporte principal. El sistema de césped artificial también incluye un componente de absorción de impactos. El componente de absorción de impactos está compuesto de una hoja de three-dimensional random loop material (material de bucle aleatorio tridimensional - 3DRLM). La hoja de 3DRLM está en contacto con la capa de soporte principal. El
60 componente de absorción de impactos incluye (i) una capa de amortiguación y (ii) una almohadilla antiimpactos. El 3DRLM en la capa de amortiguación tiene una densidad aparente que es mayor que la densidad aparente del 3DRLM en la almohadilla antiimpactos.

65 Una ventaja de la presente descripción es un sistema de césped artificial que tiene un componente de absorción de impactos de 3DRLM que es un solo componente unitario, donde la almohadilla antiimpactos es parte integral

de la capa de amortiguación. La integración de la almohadilla antiimpactos y la amortiguación en un solo componente de absorción de impactos unitarios elimina la necesidad de una capa de soporte secundaria.

5 Una ventaja de la presente divulgación es un sistema de césped artificial con una almohadilla antiimpactos y una capa de amortiguación integradas que reducen la cantidad de material de relleno necesario para la seguridad de los jugadores.

Una ventaja de la presente descripción es un sistema de césped artificial que es fácilmente reciclable.

10 Descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista en perspectiva recortada de un sistema de césped artificial según una realización de la presente descripción.

15 La Fig. 1A es una vista ampliada del área 1A de la Fig. 1.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva de un componente de absorción de impactos según una realización de la presente descripción.

20 Definiciones

25 Todas las referencias a la Tabla Periódica de los Elementos en la presente memoria se referirán a la Tabla Periódica de los Elementos, publicada y registrada por CRC Press, Inc., 2003. Asimismo, cualquier referencia a un Grupo o Grupos se hará a los Grupos o Grupos reflejados en esta Tabla Periódica de los Elementos usando el sistema de la IUPAC para la numeración de grupos. Salvo que se indique lo contrario, implícito en el contexto o habitual en la técnica, todos los componentes y porcentajes se basan en el peso.

30 Los intervalos numéricos descritos en la presente memoria incluyen todos los valores desde, e incluyendo, el valor inferior y el valor superior. En los intervalos que contienen valores explícitos (por ejemplo, 1 o 2, o de 3 a 5, o 6 o 7), se incluye cualquier subintervalo entre dos cualesquiera valores explícitos (p. ej., de 1 a 2; de 2 a 6; de 5 a 7; de 3 a 7; de 5 a 6; etc.).

Salvo que se indique lo contrario, implícito en el contexto o habitual en la técnica, todos los componentes y porcentajes se basan en el peso y todos los métodos de prueba están actualizados a la fecha de presentación de la presente descripción.

35 El término “mezcla”, la expresión “mezcla de polímero” y términos similares son una composición de dos o más polímeros. Tal mezcla puede ser o no miscible. Tal mezcla puede estar o no separada en fases. Tal mezcla puede contener o no una o más configuraciones de dominio, según se determina a partir de espectroscopía electrónica de transmisión, dispersión de luz, dispersión de rayos X y cualquier otro método conocido en la técnica. Las mezclas no son laminados, pero una o más capas de un laminado pueden comprender una mezcla.

40 El término “composición” y términos similares son una mezcla de dos o más materiales. En las composiciones se incluyen mezclas reacción previa, reacción y reacción posterior, la última de las cuales incluirá productos de reacción y subproductos, así como componentes sin reaccionar de la mezcla de reacción y productos de descomposición, si los hubiere, formados a partir de uno o más componentes de la mezcla de reacción previa o reacción.

45 Las expresiones “que comprende/n”, “que incluye/n”, “que tiene/n” y sus derivados no pretenden excluir la presencia de ningún componente, etapa o procedimiento adicional, ya sea que se describa específicamente o no. Para evitar cualquier duda, todas las composiciones reivindicadas mediante el uso de la expresión “que comprende/n” pueden incluir cualquier aditivo, adyuvante o compuesto adicional, ya sea polimérico o no, salvo que se indique lo contrario. Por el contrario, la expresión “que consiste/n esencialmente en” excluye del alcance de cualquier enumeración posterior cualquier otro componente, etapa o procedimiento, excepto aquellos que no son esenciales para la operatividad. La expresión “que consiste/n en” excluye cualquier componente, etapa o procedimiento que no esté específicamente delineado o enumerado.

55 Un “polímero basado en etileno” es un polímero que contiene más del 50 por ciento en peso de monómero de etileno polimerizado (basándose en el peso total de monómeros polimerizables) y, opcionalmente, puede contener al menos un comonómero. El polímero basado en etileno incluye homopolímero de etileno y copolímero de etileno (es decir, unidades derivadas de etileno y uno o más comonómeros). La expresión “polímero basado en etileno” y el término “polietileno” se pueden usar indistintamente. Los ejemplos no limitantes de polímero basado en etileno (polietileno) incluyen low density polyethylene (polietileno de baja densidad - LDPE) y polietileno lineal. Los ejemplos no limitantes de polietileno lineal incluyen (polietileno lineal de baja densidad - LLDPE), ultra low density polyethylene (polietileno de ultrabaja densidad - ULDPE), very low density polyethylene (polietileno de muy baja densidad - VLDPE), copolímero basado en etileno de múltiples componentes (EPE), copolímeros de múltiples bloques de etileno/ α -olefina (también conocido como olefin block copolymer (copolímero de bloques de olefina - OBC)), polietileno de baja densidad lineal catalizado en un solo sitio (m-LLDPE), plastómeros/elastómeros sustancialmente lineales o lineales y high density polyethylene (polietileno de alta densidad - HDPE). En general, el polietileno se puede producir en reactores de lecho fluidizado en fase gaseosa, reactores

de proceso de suspensión en fase líquida o reactores de proceso de solución en fase líquida, usando un sistema de catalizador heterogéneo, tal como el catalizador Ziegler-Natta, un sistema de catalizador homogéneo, que comprende metales de transición del Grupo 4, y estructuras de ligando, tales como metaloceno, no metaloceno centrado en metal, heteroarilo, ariloxiéter heterovalente, fosfinimina y otros. También se pueden usar combinaciones de catalizadores heterogéneos y/u homogéneos en configuraciones de reactor único o de reactor doble.

El "polietileno de alta densidad" (o "HDPE") es un homopolímero de etileno o un copolímero de etileno/ α -olefina con al menos un comonomero de α -olefina C₄-C₁₀, o comonomero de α -olefina C₄-C₈, y una densidad de más de 0,94 g/cm³, o 0,945 g/cm³, o 0,95 g/cm³ o 0,955 g/cm³ a 0,96 g/cm³, o 0,97 g/cm³ o 0,98 g/cm³. El HDPE puede ser un copolímero monomodal o un copolímero multimodal. Un "copolímero de etileno monomodal" es un copolímero de etileno/ α -olefina C₄-C₁₀ que tiene un pico distintivo en una cromatografía de permeación en gel (CPG) que muestra la distribución del peso molecular. Un "copolímero de etileno multimodal" es un copolímero de etileno/ α -olefina C₄-C₁₀ que tiene al menos dos picos distintivos en una CPG que muestra la distribución del peso molecular. El término multimodal incluye el copolímero que tiene dos picos (bimodal), así como el copolímero que tiene más de dos picos. Los ejemplos no limitantes de HDPE incluyen resinas de polietileno de alta densidad (HDPE) DOW™ (comercializadas por The Dow Chemical Company), resinas de polietileno potenciadas ELITE™ (comercializadas por The Dow Chemical Company), resinas de polietileno bimodal CONTINUUM™ (comercializadas por The Dow Chemical Company), LUPOLEN™ (comercializadas por LyondellBasell), así como productos de HDPE de Borealis, Ineos y ExxonMobil.

Un "interpolímero" es un polímero preparado mediante la polimerización de al menos dos monómeros diferentes. Este término genérico incluye copolímeros, usualmente 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.

El "polietileno de baja densidad" (o "LDPE") incluye homopolímero de etileno o copolímero de etileno/ α -olefina que comprende al menos una α -olefina C₃-C₁₀, preferiblemente α -olefina C₃-C₄, teniendo el LDPE una densidad de 0,915 g/cm³ a 0,940 g/cm³ y conteniendo una ramificación de cadena larga con una MWD amplia. El LDPE se produce, de forma típica, por medio de la polimerización por radicales libres a alta presión (reactor tubular o autoclave con iniciador de radicales libres). Los ejemplos no limitantes de LDPE incluyen MarFlex™ (Chevron Phillips), LUPOLEN™ (LyondellBasell), así como productos de LDPE de Borealis, Ineos, ExxonMobil y otros.

El "polietileno lineal de baja densidad" (o "LLDPE") es un copolímero lineal de etileno/ α -olefina 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 α -olefina C₃-C₁₀, o al menos un comonomero de α -olefina C₄-C₈ o al menos un comonomero de α -olefina C₆-C₈. El LLDPE se caracteriza por la escasa o nula ramificación de cadena larga, en contraste con el LDPE convencional. El LLDPE tiene una densidad de 0,910 g/cm³, o 0,915 g/cm³, o 0,920 g/cm³ o 0,925 g/cm³ a 0,930 g/cm³, o 0,935 g/cm³ o 0,940 g/cm³. Los ejemplos no limitantes de LLDPE incluyen resinas de polietileno lineal de baja densidad TUFLIN™ (comercializadas por The Dow Chemical Company), resinas de polietileno DOWLEX™ (comercializadas por The Dow Chemical Company) y polietileno MARLEX™ (comercializado por Chevron Phillips).

El "polietileno de ultrabaja densidad" (o "ULDPE") y el "polietileno de muy baja densidad" (o "VLDPE") son cada uno un copolímero lineal de etileno/ α -olefina 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 α -olefina C₃-C₁₀, o al menos un comonomero de α -olefina C₄-C₈ o al menos un comonomero de α -olefina C₆-C₈. El ULDPE y VLDPE tienen cada uno una densidad de 0,885 g/cm³ o de 0,90 g/cm³ a 0,915 g/cm³. Los ejemplos no limitantes de ULDPE y VLDPE incluyen resinas de polietileno de ultrabaja densidad ATTANE™ (comercializadas forma The Dow Chemical Company) y resinas de polietileno de muy baja densidad FLEXOMER™ (comercializadas por The Dow Chemical Company).

El "copolímero basado en etileno de múltiples componentes" (o "EPE") comprende unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de al menos un comonomero de α -olefina C₃-C₁₀, o al menos un comonomero de α -olefina C₄-C₈ o al menos un comonomero de α -olefina C₆-C₈, tales como las descritas en las referencias de patente USP 6.111.023; USP 5.677.383; y USP 6.984.695. Las resinas de EPE tienen una densidad de 0,905 g/cm³, o 0,908 g/cm³, o 0,912 g/cm³ o 0,920 g/cm³ a 0,926 g/cm³, o 0,929 g/cm³, o 0,940 g/cm³ o 0,962 g/cm³. Los ejemplos no limitantes de resinas de EPE incluyen polietileno potenciado ELITE™ (comercializado por The Dow Chemical Company), resinas de tecnología avanzada ELITE AT™ (comercializadas por The Dow Chemical Company), resinas de polietileno (PE) SURPASS™ (comercializadas por Nova Chemicals) y SMART™ (comercializadas por SK Chemicals Co.).

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 comonomero de α -olefina C₃-C₁₀, o al menos un comonomero de α -olefina C₄-C₈ o al menos un comonomero de α -olefina C₆-C₈. El m-LLDPE tiene una densidad de 0,913 g/cm³, o 0,918 g/cm³ o 0,920 g/cm³ a 0,925 g/cm³ o 0,940 g/cm³. Los ejemplos no limitantes de m-LLDPE incluyen PE de metaloceno EXCEED™ (comercializado por ExxonMobil Chemical), m-LLDPE LUFLEXEN™ (comercializado por LyondellBasell) y PF de m-LLDPE ELTEX™ (comercializado por Ineos Olefins & Polymers).

Los “plastómeros/elastómeros de etileno” son copolímeros de etileno/ α -olefina sustancialmente lineales o lineales que contienen una distribución de ramificación de cadena corta homogénea que comprende unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de al menos un comonomero de α -olefina C₃-C₁₀, o al menos un comonomero de α -olefina C₄-C₈ o al menos un comonomero de α -olefina C₆-C₈. Los plastómeros/elastómeros de etileno tienen una densidad de 0,870 g/cm³, o 0,880 g/cm³ o 0,890 g/cm³ a 0,900 g/cm³, o 0,902 g/cm³, o 0,904 g/cm³, o 0,909 g/cm³, o 0,910 g/cm³ o 0,917 g/cm³. Los ejemplos no limitantes de plastómeros/elastómeros de etileno incluyen plastómeros y elastómeros AFFINITY™ (comercializados por The Dow Chemical Company), plastómeros EXACT™ (comercializados por ExxonMobil Chemical), Tafmer™ (comercializados por Mitsui), Nexlene™ (comercializados por SK Chemicals Co.) y Lucene™ (comercializados por LG Chem Ltd.).

Un “polímero basado en olefina”, como se usa en la presente memoria, es un polímero que contiene más del 50 por ciento en peso de monómero de olefina polimerizado (basándose en la cantidad total de monómeros polimerizables) y, opcionalmente, puede contener al menos un comonomero. Los ejemplos no limitantes de polímeros basados en olefina incluyen polímeros basados en etileno y polímeros basados en propileno.

Un “polímero” es un compuesto preparado mediante la polimerización de monómeros, ya sean del mismo tipo o de otro tipo, que en forma polimerizada proporcionan las “unidades” o “unidades mer” múltiples y/o repetitivas que constituyen un polímero. Por lo tanto, el término genérico polímero abarca el término homopolímero, usualmente empleado para referirse a polímeros preparados a partir de un solo tipo de monómero, y el término copolímero, usualmente empleado para referirse a polímeros preparados a partir de al menos dos tipos de monómeros. Este también abarca todas las formas de copolímero, por ejemplo, al azar, de bloques, etc. Las expresiones “polímero de etileno/ α -olefina” y “polímero de propileno/ α -olefina” son indicativos del copolímero, como se ha descrito anteriormente, preparado a partir de la polimerización de etileno o propileno, respectivamente, y uno o más monómeros de α -olefina polimerizables adicionales. Cabe señalar que, aunque frecuentemente se hace referencia a un polímero como que se “elabora de” uno o más monómeros específicos, se “basa en” un monómero o tipo de monómero específico, “que contiene” un contenido de monómero especificado o similar, en este contexto, el término “monómero” se entiende que se refiere al remanente polimerizado del monómero especificado y no a las especies no polimerizadas. En general, los polímeros en la presente memoria mencionados se basan en “unidades” que son la forma polimerizada de un monómero correspondiente.

Un “polímero basado en propileno” es un polímero que contiene más del 50 por ciento en peso de monómero de propileno polimerizado (basándose en la cantidad total de monómeros polimerizables) y, opcionalmente, puede contener al menos un comonomero.

Métodos de prueba

Densidad aparente. Se corta un material de muestra en una pieza cuadrada de 38 cm x 38 cm (15 pulgadas x 15 pulgadas) de tamaño. El volumen de esta pieza se calcula a partir del espesor medido en cuatro puntos. La división del peso entre el volumen da la densidad aparente (se toma un promedio de cuatro mediciones) con los valores indicados en gramos por centímetro cúbico, g/cm³.

Rebote de pelota: Se lanza una pelota desde 2 metros y se calcula la altura de su rebote desde la superficie. Los resultados se indican en metros (m).

Rigidez a la flexión. La rigidez a la flexión se mide según la norma DIN 53121, con placas moldeadas por compresión de 550 μ m de espesor, usando un analizador de flexión Frank-PTI. Las muestras se preparan mediante el moldeo por compresión de gránulos de resina según la norma ISO 293. Las condiciones para el moldeo por compresión se eligen según la norma ISO 1872 - 2007. La velocidad de enfriamiento promedio de la masa fundida es de 15 °C/min. La rigidez a la flexión se mide en una configuración de flexión de 2 puntos a temperatura ambiente con un tramo de 20 mm, una anchura de muestra de 15 mm y un ángulo de flexión de 40°. La flexión se aplica a 6°/segundo (s) y las lecturas de fuerza se obtienen de 6 a 600 s, una vez que se completa la flexión. Cada material se evalúa cuatro veces con los resultados indicados en Newton milímetros (“Nmm”).

Resonancia Magnética Nuclear (RMN) en ¹³C

Preparación de muestras

Las muestras se preparan mediante la adición de aproximadamente 2,7 g de una mezcla a 50/50 de tetracloroetano-d₂/ortodichlorobenceno que es 0,025 M en acetilacetato de cromo (agente de relajación) a 0,21 g de muestra en un tubo de RMN de 10 mm. Las muestras se disuelven y homogeneizan mediante el calentamiento del tubo y su contenido hasta 150 °C.

Parámetros de adquisición de datos

Los datos se recopilan usando un espectrómetro Bruker de 400 MHz equipado con una CryoProbe de alta temperatura Bruker Dual DUL. Los datos se adquieren usando 320 transitorios por archivo de datos, un retraso de

repetición de pulso de 7,3 segundos (6 segundos de retraso + 1,3 segundos de tiempo de adquisición), ángulos de giro de 90 grados y un desacoplamiento controlado inverso con una temperatura de muestra de 125 °C. Todas las mediciones se realizan en muestras que no giran en modo bloqueado. Las muestras se homogeneizan inmediatamente antes de insertarlas en el cambiador de muestras de RMN calentado (130 °C) y se dejan equilibrar térmicamente en la sonda durante 15 minutos antes de la adquisición de datos.

Crystallization elution fractionation (Método de fraccionamiento por elución de cristalización - CEF)

El análisis de la distribución de comonomeros se realiza con el fraccionamiento por elución de cristalización (CEF) (PolymerChar en España) (B Monrabal *et al.*, Macromol. Symp. 257, 71-79 (2007)). Como disolvente se usa ortodichlorobenceno (ODCB) con 600 ppm de antioxidant butylated hydroxytoluene (hidroxitolueno butilado - BHT) antioxidante. La preparación de muestras se realiza con un muestreador automático a 160 °C durante 2 horas con agitación a 4 mg/ml (salvo que se indique lo contrario). El volumen de inyección es de 300 µm. El perfil de temperatura de CEF es: cristalización a 3 °C/min de 110 °C a 30 °C, equilibrio térmico a 30 °C durante 5 minutos, elución a 3 °C/min de 30 °C a 140 °C. El caudal durante la cristalización es a 0,052 ml/min. El caudal durante la elución es a 0,50 ml/min. Los datos se recopilan en un punto de datos/segundo. La columna de CEF está empaquetada por The Dow Chemical Company con perlas de vidrio a 125 µm + 6 % (MO-SCI Specialty Products) con tubos de acero inoxidable de 0,31 cm (1/8 pulgada). Las perlas de vidrio se lavan con ácido por MO-SCI Specialty a pedido de The Dow Chemical Company. El volumen de columna es de 2,06 ml. La calibración de la temperatura de columna se realiza mediante el uso de una mezcla de polietileno lineal 1475a de material de referencia estándar del NIST (1,0 mg/ml) y eicosano (2 mg/ml) en ODCB. La temperatura se calibra mediante el ajuste de la velocidad de calentamiento de elución, de modo que el polietileno lineal 1475a del NIST tenga una temperatura de pico de 101,0 °C y el eicosano tenga una temperatura de pico de 30,0 °C. La resolución de la columna de CEF se calcula con una mezcla de polietileno lineal 1475a del NIST (1,0 mg/ml) y hexacontano (Fluka, de pureza >97,0, 1 mg/ml). Se logra una separación de referencia de hexacontano y polietileno 1475a del NIST. El área de hexacontano (de 35,0 a 67,0 °C) respecto al área de 1475a del NIST de 67,0 a 110,0 °C es de 50 a 50 y la cantidad de fracción soluble por debajo de 35,0 °C es <1,8 % en peso. La resolución de la columna de CEF se define en la siguiente ecuación:

$$\text{Resolución} = \frac{\text{Temperatura de pico de 1475a del NIST} - \text{Temperatura de pico de hexacontano}}{\text{Anchura a media altura de 1475a del NIST} + \text{Anchura a media altura de hexacontano}}$$

donde la resolución de la columna es de 6,0.

La densidad se mide según la norma ASTM D 792 con los valores indicados en gramos por centímetro cúbico, g/m³.

Differential Scanning Calorimetry (Calorimetría diferencial de barrido - DSC). La calorimetría diferencial de barrido (DSC) se usa para medir el comportamiento de fundición y cristalización de un polímero en un amplio intervalo de temperaturas. Por ejemplo, para realizar este análisis, se usa el DSC Q1000 de TA Instruments, equipado con un RCS (sistema de enfriamiento refrigerado) y un automuestreador. Durante la prueba, se usa un flujo de gas de purga de nitrógeno de 50 ml/min. Cada muestra se prensa en estado fundido en una película delgada a aproximadamente 175 °C; la muestra fundida, a continuación, se enfría al aire hasta temperatura ambiente (aprox. 25 °C). La muestra de película se forma mediante el prensado de una muestra de "0,1 a 0,2 gramos" a 175 °C a 10,34 MPa (1500 psi) y 30 segundos, para formar una película de "2540 a 5080 nm (0,1 a 0,2 mil) de espesor". Una muestra de 3-10 mg y 6 mm de diámetro se extrae del polímero enfriado, se pesa, se coloca en una cubeta de aluminio ligera (aprox. 50 mg) y se cierra a presión. A continuación, se realiza un análisis para determinar sus propiedades térmicas. El comportamiento térmico de la muestra se determina mediante el incremento y la disminución de la temperatura de la muestra para crear un perfil de flujo de calor frente a la temperatura. En primer lugar, la muestra se calienta rápidamente hasta 180 °C y se mantiene isotérmica durante cinco minutos para eliminar su historial térmico. A continuación, la muestra se enfría hasta -40 °C, a una velocidad de enfriamiento de 10 °C/minuto, y se mantiene isotérmica a -40 °C durante cinco minutos. A continuación, la muestra se calienta hasta 150 °C (esta es la "segunda rampa de calor") a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto. Se registran las curvas de enfriamiento y segundo calentamiento. La curva fría se analiza mediante el establecimiento de los puntos finales de referencia desde el comienzo de la cristalización hasta -20 °C. La curva de calor se analiza mediante el establecimiento de los puntos finales de referencia desde -20 °C hasta el final de la fundición. Los valores determinados son la temperatura de fusión (Tm) de pico, la temperatura de cristalización (Tc) de pico, la temperatura de cristalización de inicio (Tc inicio), el calor de fusión (Hf) (en julios por gramo), el % de cristalinidad calculado para muestras de polietileno usando: % de cristalinidad para PE = ((Hf)/(292 J/g)) x 100 y el % de cristalinidad calculado para muestras de polipropileno usando: % de cristalinidad para PP = ((Hf)/165 J/g) x 100. El calor de fusión (Hf) y la temperatura de fusión de pico se indican a partir de la segunda curva de calor. La temperatura de cristalización de pico y la temperatura de cristalización de inicio se determinan a partir de la curva de enfriamiento.

Recuperación elástica. Los gránulos de resina se moldean por compresión siguiendo la norma ASTM D4703, Anexo A1, Método C, hasta obtener un espesor de aproximadamente 127.000-254.000 nm (5-10 mil). Las muestras de prueba de

microtracción de la geometría detallada en la norma ASTM D1708 se perforan a partir de la hoja moldeada. Las muestras de prueba se acondicionan durante 40 horas antes de la prueba según el Procedimiento A de la Práctica D618.

Las muestras se prueban en un analizador de tracción de accionamiento por tornillo o de accionamiento hidráulico usando agarres planos con cara de caucho. La separación de agarre se establece en 22 mm, igual a la longitud de referencia de las muestras de microtracción. La muestra se extiende hasta un esfuerzo del 100 % a una velocidad del 100 %/min y se mantiene durante 30 s. A continuación, el cabezal se devuelve a la separación de agarre original a la misma velocidad y se mantiene durante 60 s. A continuación, la muestra se somete a esfuerzo al 100 % a la misma velocidad de esfuerzo del 100 %/min.

La recuperación elástica se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Recuperación elástica} = \frac{(\text{Esfuerzo aplicado inicial} - \text{Deformación permanente})}{\text{Esfuerzo aplicado inicial}} \times 100 \%$$

Restitución de energía: una masa con un resorte unido cae sobre el césped. La restitución de energía viene dada por la comparación de la energía de la masa que cae antes y después del impacto sobre la muestra de prueba. Los resultados se indican en porcentaje (%).

La indentation load deflection (deflexión por carga de indentación - ILD) es una medida de la firmeza de un material. En general, cuanto mayor sea el valor de ILD, más firme será el material; cuanto menor sea el valor de ILD, menos firme será el material. La medición de ILD se realiza en la dirección del espesor de la muestra. El protocolo de ensayo es según la norma ASTM D 3574.

En las pruebas de ILD, una placa inferior cuadrada y una placa superior redonda se alinean con sus centros coincidentes. La placa inferior mide 33,02 x 33,02 cm (13 x 13 pulgadas) y el diámetro de la placa superior es de 20,32 cm (8 pulgadas). Cada muestra de prueba es de 30,48 cm (12 pulgadas) x 30,48 cm (12 pulgadas).

La prueba de ILD se realiza en un sistema de pruebas de materiales Instron en modo de control de desplazamiento. La placa inferior permanece estacionaria y la placa superior se activa para moverse hacia arriba o hacia abajo como un indentador. El indentador se baja hacia la placa inferior hasta que la célula de carga comienza a registrar algo de compresión, lo que significa que existe contacto físico entre las dos placas. La posición del indentador se registra como el origen d_0 . Con la muestra de prueba asentada sobre la placa inferior, el indentador se vuelve a bajar hasta que la célula de carga registre aproximadamente 4,5 N de fuerza de compresión. La posición del indentador se registra como d . El espesor de la muestra es la diferencia entre las dos lecturas ($d - d_0$).

El procedimiento de prueba consiste en dos etapas: flexión previa y mediciones de ILD reales. En la etapa de flexión previa, el indentador se introduce en la muestra entre el 75 % y el 80 % del espesor durante dos ciclos (basándose en la medición del espesor inicial obtenida con el protocolo especificado en el párrafo anterior. La velocidad de carga/descarga es de 250 mm/min. A continuación, se deja que la muestra se recupere durante 6 minutos antes de que comience la segunda etapa. El objetivo de la flexión previa es eliminar la histéresis estructural para una medición precisa del espesor. En la segunda etapa, se vuelve a medir el espesor de la muestra. El indentador está programado para comprimir la muestra con el 25 % del espesor (basándose en la segunda medición del espesor). El indentador mantiene su posición durante 60 segundos para permitir que la muestra se relaje hasta que la lectura de fuerza se registre como el 25 % de ILD. El indentador continúa moviéndose hacia abajo por otro 40 % de espesor hasta alcanzar el 65 % del espesor de la muestra. La posición se mantiene durante 60 segundos antes de que se registre el 65 % de ILD. La velocidad de carga/descarga es de 50 mm/min.

Cada muestra se prueba tres veces. Entre pruebas, las muestras se dejaron reposar durante al menos 40 minutos como medida de precaución para permitir la recuperación de las muestras. Los resultados de ILD se indican en Newtons (N).

El melt flow rate (caudal de fusión - MFR) se mide según la norma ASTM D 1238, Condición a 280 °C/2,16 kg (g/10 minutos).

El melt index (índice de fusión - MI) se mide según la norma ASTM D 1238, Condición a 190 °C/2,16 kg (g/10 minutos).

La distribución del peso molecular (M_w/M_n) se mide usando la cromatografía de permeación en gel (CPG). En particular, se usan mediciones de CPG convencionales para determinar el peso molecular promedio en peso (M_w) y promedio en número (M_n) del polímero y para determinar la M_w/M_n . El sistema cromatográfico de permeación en gel consiste en un instrumento de Polymer Laboratories modelo PL-210 o un instrumento de Polymer Laboratories modelo PL-220. Los compartimentos de columna y carrusel se operan a 140 °C. Se usan tres columnas Mixed-B de 10 micrómetros de Polymer Laboratories. El disolvente es 1,2,4 triclorobenceno. Las muestras se preparan a una concentración de 0,1 gramos de polímero en 50 mililitros de disolvente que contiene

200 ppm de hidroxitolueno butilado (BHT). Las muestras se preparan mediante agitación ligera durante 2 horas a 160 °C. El volumen de inyección usado es de 100 microlitros y el caudal es de 1,0 ml/minuto.

5 La calibración del conjunto de columnas de CPG se realiza con 21 patrones de poliestireno de distribución del peso molecular estrecha con pesos moleculares que varían de 580 a 8.400.000, dispuestos en 6 mezclas de tipo “cóctel” con al menos una década de separación entre los pesos moleculares individuales. Los patrones se adquieren de Polymer Laboratories (Shropshire, Reino Unido). Los patrones de poliestireno se preparan a 0,025 gramos en 50 mililitros de disolvente para pesos moleculares iguales o superiores a 1.000.000 y 0,05 gramos en 50 mililitros de disolvente para pesos moleculares inferiores a 1.000.000. Los patrones de poliestireno se disuelven a 80 °C con agitación suave durante 10 30 minutos. Las mezclas de patrones estrechos se analizan primero y en orden decreciente del componente de mayor peso molecular para minimizar la degradación. Los pesos moleculares de pico de patrón de poliestireno se convierten en pesos moleculares de polietileno usando la siguiente ecuación (como se describe en Williams y Ward, J. Polym. Sci., Polym. Let., 6, 621 (1968)):

$$15 \quad M_{\text{polipropileno}} = 0,645(M_{\text{poliestireno}}).$$

Los cálculos del peso molecular equivalente de polipropileno se realizan usando el software Viscotek TriSEC, versión 3.0.

20 La “porosidad” es el porcentaje de volumen abierto para el 3DRLM. Se miden la masa y las dimensiones de una muestra de 3DRLM y se calcula la densidad aparente. El porcentaje de volumen abierto para la muestra de 3DRLM es la relación entre el volumen de una muestra de 3DRLM y el volumen de un polímero sólido de la misma masa, usando la densidad sólida del polímero. Los resultados de porosidad se indican en porcentaje (%).

25 Absorción de impactos: una masa con un resorte unido cae sobre el sistema de césped artificial. La absorción de impactos se calcula mediante la comparación de la fuerza máxima sobre el césped con la referencia para el impacto sobre el hormigón. Los resultados se indican en porcentaje (%).

30 La resistencia a la tracción se mide usando un híbrido de ASTM D638 (plásticos rígidos) y ASTM D882 (películas). Las muestras son hojas de almohadilla antiimpactos de 3DRLM SAC1 con unas dimensiones de 203 mm por 31,7 mm (8 pulgadas de largo y 1,25 pulgadas de ancho). La longitud de referencia entre los agarres de prueba se establece en 127 mm (5 pulgadas) y la velocidad de tracción usada es de 50 mm/min.

35 Deformación vertical: una masa con un resorte unido cae sobre el césped. La deformación vertical se calcula mediante el desplazamiento de la masa que cae en la muestra de prueba después de su impacto sobre la misma. Los resultados se indican en milímetros (mm).

Descripción detallada

40 La presente descripción proporciona un sistema de césped artificial. En una realización, el sistema de césped artificial incluye una capa de soporte principal con una pluralidad de hilos de césped artificial que sobresalen hacia arriba desde la capa de soporte principal. El sistema de césped artificial también incluye un componente de absorción de impactos. El componente de absorción de impactos está compuesto de una hoja de three-dimensional random loop material (material de bucle aleatorio tridimensional - 3DRLM). La hoja de 3DRLM está en contacto con la capa de soporte principal. El componente de absorción de impactos incluye (i) una capa de amortiguación y (ii) una almohadilla antiimpactos. El 3DRLM 45 en la capa de amortiguación tiene una densidad aparente que es mayor que la densidad aparente del 3DRLM en la almohadilla antiimpactos. Una superficie expuesta de la capa de amortiguación entra en contacto con una superficie inferior de la capa de soporte principal.

50 La Fig. 1 muestra una realización del presente sistema 10 de césped artificial que tiene una capa 12 de soporte principal, con una pluralidad de hilos 14 de césped artificial que sobresalen hacia arriba desde allí. La expresión “césped artificial”, como se usa en la presente descripción, es una cubierta similar a una alfombra que tiene cadenas de polímero sustancialmente verticales o verticales de los hilos 14 de césped artificial que sobresalen hacia arriba desde un sustrato que es la capa 12 de soporte principal. El sistema 10 de césped artificial también incluye un componente 20 de absorción de impactos. El componente 20 de absorción de impactos entra en contacto con el lado inferior de la capa 12 de soporte principal. El componente 20 de absorción de impactos está compuesto de un material de bucle al azar tridimensional 30. El componente 20 de absorción de impactos incluye (i) una capa 40 de amortiguación y (ii) una almohadilla antiimpactos 50. El componente 20 de absorción de impactos es una estructura integral, como se describirá a continuación.

60 La “capa de soporte principal” es una o más hojas sobre las que se cose o se teje el hilo de césped artificial de tal manera que el hilo de césped artificial se extienda hacia afuera desde el lado superior de la capa de soporte principal. La capa de soporte principal puede ser una hoja polimérica de tejido tejido o una hoja polimérica de tejido no tejido. La capa de soporte principal proporciona estabilidad dimensional para el sistema de césped artificial.

65 Los ejemplos no limitantes de material polimérico adecuado para la capa de soporte principal incluyen styrene-butadiene rubber (caucho de estireno-butadieno - SBR) y polímero basado en propileno. En una realización, la capa

de soporte principal está compuesta de un polímero basado en olefina, tal como un polímero basado en propileno. En otra realización, la capa de soporte principal está compuesta de homopolímero de propileno.

El presente sistema 10 de césped artificial incluye una pluralidad de hilos 14 de césped artificial que sobresalen hacia arriba desde la capa 12 de soporte principal. La expresión "hilo de césped artificial" o, a continuación en la memoria, el término "hilo", como se usa en la presente descripción, incluye hilo de cinta fibrilada, hilo de cinta coextruida, hilo de monocinta e hilo de monofilamento. Una "cinta fibrilada" o un "hilo de cinta fibrilada" es una película extruida por colada cortada en cinta (de forma típica, de aproximadamente 1 cm de anchura), la película estirada y se cortan (fibrilan) largas hendiduras, lo que da a la cinta las dimensiones de las cuchillas para hierba. Un "hilo de monofilamento" se extruye en hilos o hebras individuales con la forma y el espesor en sección transversal deseados, seguido de la orientación y relajación de los hilos en hornos calientes. El hilo de césped artificial forma las hebras de polímero para el césped artificial. El césped artificial requiere resiliencia (recuperación), tenacidad, flexibilidad, extensibilidad y durabilidad. Por consiguiente, el hilo de césped artificial excluye el hilo para tejidos (es decir, tejidos tejidos y/o tricotados).

El hilo 14 está compuesto de un material polimérico. Los ejemplos no limitantes de material polimérico adecuado para el hilo incluyen polímeros basados en olefina (tales como polímero basado en propileno y/o polímero basado en etileno), poliéster, nailon y combinaciones de los mismos. En una realización, el hilo 14 está compuesto de un polímero basado en etileno.

El sistema 10 de césped artificial incluye el componente 20 de absorción de impactos. El componente 20 de absorción de impactos está compuesto de una hoja 22 de material de bucle al azar tridimensional 30. Como se muestra en la Fig. 2, un "material de bucle al azar tridimensional" (o "3DRLM") es una masa o una estructura de una multitud de bucles 32 formada al permitir que las fibras continuas 34 se enrollen, permitiendo que los bucles respectivos entren en contacto entre sí en un estado fundido y se unan por calor, o se unan en estado fundido de cualquier otra manera, en la mayoría de los puntos 36 de contacto. Incluso cuando se aplica una gran tensión para causar una deformación significativa, el 3DRLM 30 absorbe la tensión con toda la estructura de red compuesta de bucles al azar tridimensionales integrados en estado fundido, deformándose; y, una vez que se levanta la tensión, se manifiesta la resiliencia elástica del polímero para permitir la recuperación de la forma original de la estructura. Cuando se usa una estructura de red compuesta de fibras continuas elaboradas de un polímero no elástico conocido como material de amortiguación, se desarrolla una deformación plástica y no se puede lograr la recuperación, lo que da como resultado una durabilidad resistente al calor deficiente. Cuando las fibras no están unidas en estado fundido en los puntos de contacto, la forma no se puede conservar y la estructura no cambia integralmente su forma, con el resultado de que se produce un fenómeno de fatiga debido a la concentración de la tensión, degradando así de forma no beneficiosa la durabilidad y la resistencia a la deformación. En determinadas realizaciones, la unión en estado fundido es el estado donde todos los puntos de contacto están unidos en estado fundido.

Un método no limitante para producir el 3DRLM 30 incluye las etapas de (a) calentar un polímero basado en olefina fundido, a una temperatura de 10 °C-140 °C más alta que el punto de fusión del polímero en una prensa extrusora de estado fundido típica; (b) descargar el interpolímero fundido en la dirección hacia abajo desde una boquilla con múltiples orificios para formar bucles permitiendo que las fibras caigan naturalmente (debido a la gravedad). El polímero se puede usar en combinación con un elastómero termoplástico, un polímero termoplástico no elástico o una combinación de los mismos. La distancia entre la superficie de la boquilla y los transportadores mecánicos de salida instalados en una unidad de refrigeración para solidificar las fibras, la viscosidad en estado fundido del polímero, el diámetro del orificio y la cantidad a descargar son los elementos que determinan el diámetro del bucle y la finura de las fibras. Los bucles se forman sujetando y permitiendo que las fibras fundidas suministradas residan entre un par de transportadores mecánicos de salida (correas o rodillos) colocados en una unidad de refrigeración (siendo la distancia entre los mismos ajustable), poniendo en contacto los bucles así formados entre sí, ajustando la distancia entre los orificios para este fin, de tal manera que los bucles en contacto se unan por calor, o se unan en estado fundido de cualquier otra manera, ya que estos forman una estructura de bucle al azar tridimensional. A continuación, las fibras continuas, en donde los puntos de contacto se han unido por calor a medida que los bucles forman una estructura de bucle al azar tridimensional, se llevan continuamente a una unidad de refrigeración para la solidificación para dar una estructura de red. Después de eso, la estructura se corta en la longitud y la forma deseadas. El método se caracteriza porque el polímero basado en olefina se funde y se calienta a una temperatura de 10 °C-140 °C más alta que el punto de fusión del interpolímero y se suministra en la dirección hacia abajo en un estado fundido desde una boquilla que tiene múltiples orificios. Cuando el polímero se descarga a una temperatura de menos de 10 °C más alta que el punto de fusión, la fibra suministrada se vuelve fría y menos fluida para dar como resultado una unión por calor insuficiente de los puntos de contacto de las fibras.

Las propiedades, tales como el diámetro del bucle y la finura de las fibras que constituyen la estructura de red de amortiguación proporcionada en la presente memoria, dependen de la distancia entre la superficie de la boquilla y el transportador mecánico de salida instalado en una unidad de refrigeración para solidificar el interpolímero, la viscosidad en estado fundido del interpolímero, el diámetro del orificio y la cantidad del interpolímero que se va a suministrar desde el mismo. Por ejemplo, una cantidad reducida del interpolímero a suministrar y una viscosidad en estado fundido más baja en el momento del suministro dan como resultado una menor finura de las fibras y un diámetro de bucle promedio más pequeño del bucle al azar. Por el contrario, una distancia más corta entre la superficie de la boquilla y el transportador mecánico de salida instalado en la unidad de refrigeración para la solidificación del interpolímero da como resultado una finura ligeramente mayor de la fibra y un diámetro de bucle promedio mayor del bucle aleatorio. Estas

condiciones en combinación proporcionan la finura deseable de las fibras continuas de 100 denier a 100.000 denier y un diámetro promedio del bucle aleatorio de no más de 100 mm, o de 1 milímetro (mm), o 2 mm o de 10 mm a 25 mm o 50 mm. Mediante el ajuste de la distancia al transportador mecánico antes mencionado, se puede controlar el espesor de la estructura mientras la estructura de red unida por calor está en un estado fundido y se puede obtener una estructura que tenga un espesor deseable y una superficie plana formada por los transportadores mecánicos. Una velocidad demasiado grande del transportador mecánico da como resultado fallos en la unión por calor de los puntos de contacto, ya que el enfriamiento se produce antes de la unión por calor. Por otro lado, una velocidad demasiado lenta puede causar una mayor densidad como resultado de una permanencia excesivamente prolongada del material fundido. En algunas realizaciones, la distancia al transportador mecánico y la velocidad del transportador mecánico se deben seleccionar de tal manera que se pueda lograr la densidad aparente deseada de 0,005-0,1 g/cm³ o 0,01-0,05 g/cm³.

En una realización, el 3DRLM 30 tiene una, algunas o todas las propiedades (i)-(iii) siguientes:

- (i) un diámetro de fibra de 0,1 mm, o 0,5 mm, o 0,7 mm o 1,0 mm o de 1,5 mm a 2,0 mm, a 2,5 mm o 3,0 mm; y/o
- (ii) un espesor (dirección de la máquina) de 0,5 cm, o 1,0 cm, 2,0 cm, o 3,0 cm, o 4,0 cm, o 5,0 cm o 10 cm o de 20 cm a 50 cm, o 75 cm o 100 cm o más. Se entiende que el espesor del 3DRLM 30 variará según la aplicación diana del sistema de césped artificial.

El 3DRLM 30 se forma hasta obtener una forma geométrica tridimensional para formar una hoja (es decir, un prisma). El 3DRLM 30 es un material elástico que se puede comprimir y estirar y volver a su forma geométrica original. Un "material elástico", como se usa en la presente memoria, es un material similar al caucho que se puede comprimir y/o estirar y que se expande/retrae muy rápidamente hasta aproximadamente su forma/longitud original cuando la fuerza que ejerce la compresión y/o el estirado se libera. El material 30 de bucle al azar tridimensional tiene un "estado neutro" cuando no se confiere fuerza de compresión ni fuerza de estirado sobre el 3DRLM 30. El material 30 de bucle al azar tridimensional tiene "un estado comprimido" cuando se confiere una fuerza de compresión sobre el 3DRLM 30. El material de bucle al azar tridimensional 30 tiene "un estado estirado" cuando se confiere una fuerza de estirado sobre el 3DRLM 30.

El material 30 de bucle al azar tridimensional está compuesto de uno o más polímeros basados en olefina. El polímero basado en olefina puede ser uno o más polímeros basado en etileno, uno o más polímeros basados en propileno y mezclas de los mismos.

En una realización, el polímero basado en etileno es un copolímero de etileno/ α -olefina. El copolímero de etileno/ α -olefina puede ser un polímero aleatorio de etileno/ α -olefina o un polímero de múltiples bloques de etileno/ α -olefina. La α -olefina es una α -olefina C₃-C₂₀, o una α -olefina C₄-C₁₂ o una α -olefina C₄-C₈. Los ejemplos no limitantes de comonómero de α -olefina adecuado incluyen propileno, buteno, metil-1-penteno, hexeno, octeno, deceno, dodeceno, tetradeceno, hexadeceno, octadeceno, ciclohexil-1-propeno (alil ciclohexano), ciclohexano de vinilo y combinaciones de los mismos.

En una realización, el polímero basado en etileno es un copolímero de etileno/ α -olefina al azar homogéneamente ramificado.

El "copolímero aleatorio" es un copolímero en donde al menos dos monómeros diferentes están dispuestos en un orden no uniforme. La expresión "copolímero al azar" excluye específicamente los copolímeros de bloques. La expresión "polímero de etileno homogéneo", como se usa para describir polímeros de etileno, se usa en el sentido convencional según la descripción original de Elston en US-3.645.992, para referirse a un polímero de etileno en el que el comonómero se distribuye al azar dentro de una molécula de polímero dada y en donde sustancialmente todas las moléculas de polímero tienen sustancialmente la misma relación molar de etileno respecto a comonómero. Según se define en la presente memoria, tanto los polímeros de etileno sustancialmente lineales como el etileno lineal homogéneamente ramificado son polímeros de etileno homogéneos.

El copolímero de etileno/ α -olefina al azar homogéneamente ramificado puede ser un copolímero de etileno/ α -olefina lineal homogéneamente ramificado al azar o un copolímero de etileno/ α -olefina sustancialmente lineal homogéneamente ramificado al azar. La expresión "copolímero de etileno/ α -olefina sustancialmente lineal" significa que la cadena principal polimérica se sustituye con 0,01 ramificaciones de cadena larga/1000 carbonos a 3 ramificaciones de cadena larga/1000 carbonos, o de 0,01 ramificaciones de cadena larga/1000 carbonos a 1 ramificación de cadena larga/1000 carbonos o de 0,05 ramificaciones de cadena larga/1000 carbonos a 1 ramificación de cadena larga/1000 carbonos. Por el contrario, la expresión "copolímero de etileno/ α -olefina lineal" significa que la cadena principal polimérica no tiene ramificación de cadena larga.

Los copolímeros al azar de etileno/ α -olefina homogéneamente ramificados pueden tener la misma relación de comonómero de etileno/ α -olefina dentro de todas las moléculas de copolímero. La homogeneidad de los copolímeros se puede describir mediante el SCBDI (Short chain branch distribution index - índice de distribución de ramificaciones de cadena corta) o CDBI (Composition distribution branch index - índice de distribución de ramificaciones de

composición) y se define como el porcentaje en peso de las moléculas de polímero que tienen un contenido de comonomero dentro del 50 por ciento de la mediana del contenido de comonomero molar total. El CDBI de un polímero se calcula fácilmente a partir de datos obtenidos de técnicas conocidas en la técnica, tales como, por ejemplo, el temperature rising elution fractionation (fraccionamiento por elución con aumento de temperatura [abreviado en la presente memoria como "TREF"]), como se describe en US-4.798.081 (Hazlitt *et al.*) o en US-5.089.321 (Chum *et al.*) El SCBDI o CDBI de los copolímeros de etileno/ α -olefina al azar homogéneamente ramificados es preferiblemente superior a aproximadamente el 30 por ciento o superior a aproximadamente el 50 por ciento.

El copolímero de etileno/ α -olefina al azar homogéneamente ramificado puede incluir al menos un comonomero de etileno y al menos una α -olefina C_3 - C_{20} o al menos un comonomero de α -olefina C_4 - C_{12} . Por ejemplo y no a modo de limitación, las α -olefinas C_3 - C_{20} pueden incluir, aunque no de forma limitativa, propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno y 1-deceno o, en algunas realizaciones, 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno y 1-octeno.

En una realización, el copolímero de etileno/ α -olefina al azar homogéneamente ramificado consiste en etileno y un comonomero de α -olefina C_4 - C_8 y tiene una, algunas o todas las siguientes propiedades (i)-(iii) a continuación:

- (i) un índice de fusión (I_2) de 1 g/10 min, o 5 g/10 min, o 10 g/10 min o de 20 g/10 min a 30 g/10 min, o 40 g/10 min o 50 g/10 min, y/o
- (ii) una densidad de 0,75 g/cm³, o 0,880 g/cm³ o de 0,890 g/cm³ a 0,90 g/cm³, o 0,91 g/cm³, o 0,920 g/cm³ o 0,925 g/cm³; y/o
- (iii) una distribución de pesos moleculares (M_w/M_n) de 2,0, o 2,5 o de 3,0 a 3,5 o 4,0.

En una realización, el polímero basado en etileno es un copolímero de etileno/ α -olefina al azar heterogéneamente ramificado.

El copolímero de etileno/ α -olefina al azar heterogéneamente ramificado difiere del copolímero de etileno/ α -olefina al azar homogéneamente ramificado principalmente en la distribución de ramificación. Por ejemplo, los copolímeros de etileno/ α -olefina al azar heterogéneamente ramificados tienen una distribución de ramificación, que incluye una parte de alta ramificación (similar a un polietileno de muy baja densidad), una parte de ramificación media (similar a un polietileno de ramificación media) y una parte esencialmente lineal (similar al polietileno de homopolímero lineal).

Al igual que el copolímero de etileno/ α -olefina al azar homogéneamente ramificado, el copolímero de etileno/ α -olefina al azar heterogéneamente ramificado puede incluir al menos un comonomero de etileno y al menos un comonomero de α -olefina C_3 - C_{20} o al menos un comonomero de α -olefina C_4 - C_{12} . Por ejemplo y no de forma excluyente, las α -olefinas C_3 - C_{20} pueden incluir, aunque no de forma limitativa, propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno y 1-deceno, o en algunas realizaciones, 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno y 1-octeno. En una realización, el copolímero de etileno/ α -olefina heterogéneamente ramificado puede comprender más de aproximadamente el 50 % en peso de copolímero de etileno, o más de aproximadamente el 60 % en peso o más de aproximadamente el 70 % en peso. De manera similar, el copolímero de etileno/ α -olefina heterogéneamente ramificado puede comprender menos de aproximadamente el 50 % en peso de monómero de α -olefina, o menos de aproximadamente el 40 % en peso o menos de aproximadamente el 30 % en peso.

En una realización, el copolímero de etileno/ α -olefina al azar heterogéneamente ramificado consiste en etileno y un comonomero de α -olefina C_4 - C_8 y tiene una, algunas o todas las siguientes propiedades (i)-(iii) a continuación:

- (i) una densidad de 0,900 g/cm³, o 0,0910 g/cm³ o de 0,920 g/cm³ a 0,930 g/cm³ o 0,094 g/cm³;
- (ii) un índice de fusión (I_2) de 1 g/10 min, o 5 g/10 min, o 10 g/10 min o de 20 g/10 min a 30 g/10 min, o 40 g/10 min o 50 g/10 min; y/o
- (iii) un M_w/M_n de 3,0 o de 3,5 a 4,0 o 4,5.

En una realización, el 3DRLM 30 está compuesto de una mezcla de un copolímero de etileno/ α -olefina al azar homogéneamente ramificado y un copolímero de etileno/ α -olefina heterogéneamente ramificado, teniendo la mezcla una, algunas o todas las siguientes propiedades (i)-(v):

- (i) una M_w/M_n de 2,5 o de 3,0 a 3,5, o 4,0 o 4,5;
- (ii) un índice de fusión (I_2) de 3,0 g/10 min, o 4,0 g/10 min, o 5,0 g/10 min o de 10 g/10 min a 15 g/10 min, o 20 g/10 min o 25 g/10 min;
- (iii) una densidad de 0,895 g/cm³, o 0,900 g/cm³, o 0,910 g/cm³ o de 0,915 g/cm³ a 0,920 g/cm³ o 0,925 g/cm³; y/o

(iv) una relación de I_{10}/I_2 de 5 g/10 min, o de 7 g/10 min a 10 g/10 min o 15 g/10 min; y o

(v) un porcentaje de cristalinidad del 25 %, o 30 %, o 35 % o del 40 % al 45 %, o 50 % o 55 %.

Según el crystallization elution fractionation (fraccionamiento por elución de cristalización - CEF), la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina puede tener una fracción en peso en una zona de temperatura de 90 °C a 115 °C o de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 15 % en peso, o de aproximadamente el 6 % a aproximadamente el 12 %, o de aproximadamente el 8 % a aproximadamente el 12 %, o mayor de aproximadamente el 8 % o mayor de aproximadamente el 9 %. Además, como se detalla a continuación, la mezcla de copolímero puede tener una constante de distribución de comonómeros (CDC) de al menos aproximadamente 100 o al menos aproximadamente 110.

La presente mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina puede tener al menos dos o tres picos de fusión cuando se mide usando calorimetría diferencial de barrido (DSC) por debajo de una temperatura de 130 °C. En una o más realizaciones, la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina puede incluir un pico de fusión de temperatura máxima de al menos 115 °C, o al menos 120 °C, o de aproximadamente 120 °C a aproximadamente 125 °C o de aproximadamente de 122 a aproximadamente 124 °C. Sin pretender imponer ninguna teoría, el copolímero de etileno/ α -olefina heterogéneamente ramificado se caracteriza por dos picos de fusión y el copolímero de etileno/ α -olefina homogéneamente ramificado se caracteriza por un pico de fusión, constituyendo así los tres picos de fusión.

De forma adicional, la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina puede comprender de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 90 % en peso, o de aproximadamente el 30 a aproximadamente el 70 % en peso o de aproximadamente el 40 a aproximadamente el 60 % en peso del copolímero de etileno/ α -olefina homogéneamente ramificado. Similarmente, la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina puede comprender de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 90 % en peso, de aproximadamente el 30 a aproximadamente el 70 % en peso o de aproximadamente el 40 a aproximadamente el 60 % en peso del copolímero de etileno/ α -olefina heterogéneamente ramificado. En una realización específica, la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina puede comprender de aproximadamente el 50 % a aproximadamente el 60 % en peso del copolímero de etileno/ α -olefina homogéneamente ramificado y del 40 % a aproximadamente el 50 % del copolímero de etileno/ α -olefina heterogéneamente ramificado.

Además, la resistencia de la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina se puede caracterizar por una o más de las siguientes métricas. Una de esas métricas es la recuperación elástica. En este caso, la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina tiene una recuperación elástica, R_e , en porcentaje al 100 por ciento de esfuerzo en 1 ciclo de entre el 50-80 %. Se proporcionan detalles adicionales sobre la recuperación elástica en US-7.803.728.

La mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina también se puede caracterizar por su módulo de almacenamiento. En algunas realizaciones, la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina puede tener una relación de módulo de almacenamiento a 25 °C, G' (25 °C), respecto a módulo de almacenamiento a 100 °C, G' (100 °C), de aproximadamente 20 a aproximadamente 60, o de aproximadamente 20 a aproximadamente 50, o de aproximadamente 30 a aproximadamente 50 o de aproximadamente 30 a aproximadamente 40.

Además, la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina también se puede caracterizar por una rigidez a la flexión de al menos aproximadamente 1,15 Nmm a 6 s, o al menos aproximadamente 1,20 Nmm a 6 s, o al menos aproximadamente 1,25 Nmm a 6 s o al menos aproximadamente 1,35 Nmm a 6 s. Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que estos valores de rigidez demuestran cómo la mezcla de copolímero de etileno/ α -olefina proporcionará soporte de amortiguación cuando se incorpore a las fibras de 3DRLM unidas para formar una estructura de red de amortiguación.

En una realización, el polímero basado en etileno es una composición de interpolímero de etileno/ α -olefina que tiene una, algunas o todas las siguientes propiedades (i)-(v) a continuación:

(i) un pico de fusión de temperatura de DSC máxima de 90,0 °C a 115,0 °C; y/o

(ii) una zero shear viscosity ratio (relación de viscosidad de cizallamiento cero - ZSVR) de 1,40 a 2,10; y/o

(iii) una densidad en el intervalo de 0,860 a 0,925 g/cm³; y/o

(iv) un índice de fusión (I_2) de 1 g/10 min a 25 g/10 min; y/o

(v) una distribución de peso molecular (M_w/M_n) en el intervalo de 2,0 a 4,5.

En una realización, el 3DRLM 30 se compone de un copolímero de etileno/ α -olefina C₄-C₈ que es un elastómero. Un "elastómero", como se usa en la presente memoria, se refiere a un polímero similar al caucho que se puede estirar hasta al menos el doble de su longitud original y que se retrae muy rápidamente hasta aproximadamente su longitud

original cuando se libera la fuerza que ejerce el estirado. Un elastómero tiene un módulo elástico de aproximadamente 68,95 MPa (10.000 psi) o menos y un alargamiento usualmente superior al 200 % en el estado no reticulado a temperatura ambiente usando el método de la norma ASTM D638 - 72. En una realización, el 3DRLM 30 está compuesto de un "elastómero basado en etileno", que es un elastómero compuesto de al menos el 50 % en peso de unidades derivadas de etileno.

En una realización, el 3DRLM 30 se compone de un copolímero de etileno/ α -olefina C_4 - C_8 con una constante de distribución de comonomeros (CDC) en el intervalo de más de 45 a menos de 400, teniendo la relación copolímero de etileno/ α -olefina C_4 - C_8 menos de 120 unidades de insaturación total/1.000.000 C (de aquí en adelante denominado "copolímero de cdc45-etileno"). Los ejemplos no limitantes de copolímero de CDC45-etileno adecuado se encuentran en US-8372931 y US-8829115.

En una realización, el copolímero de CDC45-etileno tiene una, algunas o todas las siguientes propiedades (i)-(iv) a continuación:

- (i) una densidad de 0,86 g/cm³ o de 0,87 g/cm³ a 0,88 g/cm³ o 0,89 g/cm³; y/o
- (ii) una relación de viscosidad de cizallamiento cero (ZSVR) de al menos 2; y/o
- (iii) menos de 20 unidades de insaturación de vinilideno/1.000.000 C; y/o
- (iv) una distribución de peso molecular bimodal.

La Fig. 2 muestra que el componente 20 de absorción de impactos incluye la capa 40 de amortiguación y la almohadilla antiimpactos 50. La capa 40 de amortiguación y la almohadilla antiimpactos 50 están compuestas cada una del 3DRLM 30.

Como se observa mejor en la Fig. 1A y la Fig. 2, el componente 20 de absorción de impactos es una estructura integral única donde los subcomponentes, la capa 40 de amortiguación y la almohadilla antiimpactos 50 son esencialmente inseparables, o son inseparables, y constituyen un único componente unitario, a saber, el componente 20 de absorción de impactos. La capa 40 de amortiguación y la almohadilla antiimpactos 50 se forman simultáneamente, en un solo proceso de extrusión, de tal manera que muchas (10, 100 o 1000) de las fibras de 3DRLM se extienden desde la capa 40 de amortiguación hasta la almohadilla antiimpactos 50 y viceversa. En otras palabras, el componente 20 de absorción de impactos es una estructura integral donde no está presente ninguna capa intermedia, y/o ninguna estructura intermedia y/o ninguna composición intermedia entre la capa 40 de amortiguación y la almohadilla antiimpactos 50.

El 3DRLM 30 del componente 20 de absorción de impactos está compuesto de una pluralidad de bucles múltiples. Los bucles múltiples están formados por una pluralidad de fibras continuas compuestas de material polimérico, como se ha descrito anteriormente. Al menos 2, o 3, o 4, o 5, o 6, o 7, u 8, o 9, o 10 o más fibras continuas se extienden desde la almohadilla antiimpactos 50 hasta la capa 40 de amortiguación y viceversa. En una realización, cientos o miles de fibras continuas se extienden a través de la capa 40 de amortiguación y dentro de la almohadilla antiimpactos 50 y viceversa.

En una realización, el componente 20 de absorción de impactos incluye una capa 40 de amortiguación, una almohadilla antiimpactos 50 y una segunda capa de amortiguación (no mostrada) como parte integral con la almohadilla antiimpactos 50. El 3DRLM en la segunda capa de amortiguación tiene una densidad aparente mayor que la densidad aparente del 3DRLM en la almohadilla antiimpactos 50. La capa 40 de amortiguación y la segunda capa de amortiguación intercalan la almohadilla antiimpactos 50. La segunda capa de amortiguación se encuentra en el lado opuesto a la capa 40 de amortiguación. En otras palabras, la capa 40 de amortiguación y la segunda capa de amortiguación son sustancialmente paralelas o paralelas entre sí. La segunda capa de amortiguación es similar a la capa 40 de amortiguación en que esa segunda capa de amortiguación está compuesta de las mismas fibras continuas que las fibras continuas en la almohadilla antiimpactos 50 y/o está compuesta de las mismas fibras continuas en la capa 40 de amortiguación. La densidad aparente de la segunda capa de amortiguación puede ser igual o diferente a la densidad aparente de la capa 40 de amortiguación. El espesor de la segunda capa de amortiguación puede ser igual o diferente al espesor de la capa 40 de amortiguación.

En una realización, la almohadilla antiimpactos tiene un espesor, medido en milímetros (mm), que es de 2 veces, o 3 veces, o 10 veces, o de 15 veces a 50 veces, o 100 veces, o 200 veces o 300 veces mayor que el espesor de la capa de amortiguación. En otra realización, la almohadilla antiimpactos tiene un espesor de 3 veces, o 5 veces, o de 8 veces a 10 veces, o 12 veces o 15 veces mayor que el espesor de la capa de amortiguación.

El 3DRLM en la capa 40 de amortiguación tiene una densidad aparente que es mayor que la densidad aparente del 3DRLM en la almohadilla antiimpactos 50. La Fig. 1A y la Fig. 2 muestran que las fibras continuas 34 en la capa 40 de amortiguación están empaquetadas más densamente en comparación con las fibras continuas 34 empaquetadas sueltas en la almohadilla antiimpactos 50. Esta diferencia en el empaquetamiento de fibras da como resultado que la capa 40 de amortiguación tenga una densidad aparente que sea mayor que la densidad aparente de la almohadilla antiimpactos 50.

- En una realización, la densidad aparente de la capa 40 de amortiguación es de 2 veces, o 3 veces, o 10 veces, o de 15 veces a 50 veces, o 100 veces, o 200 veces, o 300 veces o 400 veces mayor que la densidad aparente de la almohadilla antiimpactos 50. En otra realización, la densidad aparente de la capa 40 de amortiguación es de 2 veces, o 3 veces, o 5 veces, o de 8 veces a 10 veces, o 15 veces o 20 veces mayor que la densidad aparente de la almohadilla antiimpactos 50.
- 5 En una realización, la almohadilla antiimpactos 50 tiene una densidad aparente de 0,010 g/cm³, o 0,016 g/cm³, o 0,020 g/cm³, o 0,050 g/cm³ o 0,070 g/cm³, o 0,100 g/cm³ o de 0,150 g/cm³ a 0,200 g/cm³, o 0,250 g/cm³, o 0,300 g/cm³, o 0,330 g/cm³ o 0,400 g/cm³.
- 10 En una realización, la capa 40 de amortiguación tiene una densidad aparente de 0,030 g/cm³, o 0,032 g/cm³, o 0,050 g/cm³, o 0,070 g/cm³ o 0,100 g/cm³ o de 0,159 g/cm³ a 0,200 g/cm³, o 0,250 g/cm³, o 0,300 g/cm³, o 0,400, o 0,500 g/cm³, o 0,600 g/cm³, o 0,700 g/cm³, o 0,800 g/cm³, o 0,900 g/cm³, o 0,960 g/cm³ o 1,000 g/cm³.
- 15 En una realización, la almohadilla antiimpactos 50 tiene una densidad aparente de 0,010 g/cm³, o 0,016 g/cm³, o 0,020 g/cm³, o 0,050 g/cm³, o 0,070 g/cm³ o 0,100 g/cm³ o de 0,150 g/cm³ a 0,200 g/cm³, o 0,250 g/cm³, o 0,300 g/cm³, o 0,330 g/cm³, o 0,400 g/cm³ y la capa 40 de amortiguación tiene una densidad aparente de 0,030 g/cm³, o 0,032 g/cm³, o 0,050 g/cm³, o 0,070 g/cm³ o 0,100 g/cm³ o de 0,159 g/cm³ a 0,200 g/cm³, o 0,250 g/cm³, o 0,300 g/cm³, o 0,400, o 0,500 g/cm³, o 0,600 g/cm³, o 0,700 g/cm³, o 0,800 g/cm³, o 0,900 g/cm³, o 0,960 g/cm³ o 1,000 g/cm³ con la condición de que la densidad aparente del 3DRLM en la capa 40 de amortiguación sea mayor que la densidad aparente del 3DRLM en el almohadilla antiimpactos 50.
- 20 El componente 20 de absorción de impactos entra en contacto con la capa 12 de soporte principal. Más específicamente, la superficie expuesta de la capa 40 de amortiguación entra en contacto con la superficie inferior de la capa 12 de soporte principal. El contacto entre la capa 40 de amortiguación y la capa 12 de soporte principal puede ser por medio de (i) contacto directo o (ii) contacto indirecto.
- 25 En una realización, la capa 40 de amortiguación entra en contacto directamente con la superficie inferior de la capa 12 de soporte principal. La expresión “contacto directo”, como se usa en la presente memoria, es la relación espacial donde la capa 40 de amortiguación toca la parte inferior de la capa 12 de soporte principal de tal manera que no está presente ninguna capa intermedia, y/o estructura intermedia y/o composición intermedia entre la capa 40 de amortiguación y la capa 12 de soporte principal.
- 30 En una realización, la capa 40 de amortiguación entra en contacto indirectamente con la superficie inferior de la capa 12 de soporte principal. La expresión “contacto indirecto”, como se usa en la presente memoria, es la relación espacial donde una capa intermedia, y/o una estructura intermedia y/o una composición intermedia está presente entre la capa 40 de amortiguación y la capa 12 de soporte principal. La capa/estructura/composición intermedia puede o no tener la misma extensión que la superficie expuesta de la capa 40 de amortiguación. En otra realización, la capa 40 de amortiguación entra en contacto indirectamente con la superficie inferior de la capa 12 de soporte principal, donde una capa adhesiva une, o une de cualquier otra manera, la superficie expuesta de la capa 40 de amortiguación a la superficie inferior de la capa 12 de soporte principal.
- 35 En una realización, el sistema 10 de césped artificial y/o el componente 20 de absorción de impactos no tienen espuma.
- 40 En una realización, el componente 20 de absorción de impactos no tiene espuma.
- 45 En una realización, el sistema 10 de césped artificial no tiene una capa de soporte secundaria.
- En una realización, el sistema 10 de césped artificial incluye un material 60 de relleno. El relleno es un material en forma de partículas y está dispuesto entre hilos de césped individuales. El material 60 de relleno realiza uno, algunos o todos los siguientes:
- 50 (1) mantiene los hilos de césped individuales en posición vertical; y/o
- 55 (2) protege la capa de soporte principal de la luz solar directa, aumentando, de este modo, la vida útil de la capa de soporte principal; y/o
- (3) aumenta la resistencia para evitar la formación de nudos, lo que garantiza que los hilos individuales se recuperen después de un tráfico pesado.
- 60 Los ejemplos no limitantes de materiales adecuados para el material 60 de relleno incluyen arena (sílice), arena de sílice recubierta, SBR (caucho de estireno-butadieno), caucho reciclado de neumáticos de automóvil, EPDM (monómero de etileno-propileno-dieno), otros cauchos vulcanizados o caucho reciclado de correas, thermoplastic elastomers (elastómeros termoplásticos - TPE) y, thermoplastic vulcanizates (vulcanizados termoplásticos - TPV), caucho en virutas y cualquier combinación de los mismos.
- 65

Los ejemplos no limitantes de otros materiales adecuados para el material 60 de relleno incluyen material orgánico, tal como corcho natural, fibras trituradas de la cobertura exterior del coco y cualquier combinación de los mismos.

5 En una realización, el sistema 10 de césped artificial incluye un componente de drenaje 70. El componente de drenaje permite retirar el agua del césped artificial y evita que los hilos de césped artificial se saturen con agua. Los ejemplos no limitantes de componentes de drenaje adecuados incluyen sistemas de drenaje basados en piedra, EXCELDRAIN Sheet 100, EXCELDRAIN Sheet 200 y EXCELDRAIN EX-T STRIP (comercializados por American Wick Drain, Monroe, Carolina del Norte).

10 En una realización, el componente 20 de absorción de impactos tiene unas dimensiones de 305 mm x 305 mm x 54 mm (almohadilla antiimpactos de 48 mm, capa de amortiguación de 6 mm) (de aquí en adelante SAC1, como se muestra en la Tabla 1). SAC1 tiene una, algunas o todas las siguientes propiedades (i)-(ix):

15 (i) una resistencia a la tracción de la almohadilla antiimpactos de 10 N o 30 N o de 40 N a 80 N, o 300 N o 500 N; y/o

(ii) una resistencia a la tracción del componente de absorción de impactos de 30 N o 50 N o de 100 N a 250 N, o 600 N u 800 N; y/o

20 (iii) una ILD de almohadilla antiimpactos (25 %) de 20 N o 30 N o de 60 N a 130 N, o 400 N o 500 N; y/o

(iv) una ILD de componente de absorción de impactos (25 %) de 30 N o 50 N o de 100 N a 250 N, o 600 N u 800 N; y/o

(v) una ILD de almohadilla antiimpactos (65 %) de 50 N o 100 N o de 200 N a 300 N, o 400 N o 600 N; y/o

25 (vi) una ILD de componente de absorción de impactos (65 %) de 75 N o 150 N o de 250 N a 700 N, o 1000 N o 1200 N; y/o

(vii) una porosidad de la almohadilla antiimpactos del 80 % o el 90 % o del 93 % al 99,5 %, o el 97 % o el 99 %; y/o

30 (viii) una porosidad de la capa de amortiguación del 0 %, o superior al 0 % o 50 % o del 70 % al 80 %, o 90 % o 95 %; y/o

(ix) una porosidad del componente de absorción de impactos del 80 % u 85 % o del 90 % al 95 %, o 99 % o 99,5 %.

El presente sistema 10 de césped artificial proporciona ventajosamente los siguientes beneficios.

35 (1) Drenaje mejorado. La estructura de bucle abierto de la capa 40 de amortiguación y la almohadilla antiimpactos 50 proporciona una alta capacidad de drenaje de agua de lluvia tanto vertical como horizontalmente debido a la estructura tridimensional abierta del componente 20 de absorción de impactos compuesto de 3DRLM 30.

40 (2) Reducción de relleno. El componente 20 de absorción de impactos aumenta la absorción de impactos y la resiliencia del sistema 10 de césped artificial, reduciendo la cantidad de material 60 de relleno necesario. La reducción del uso de material de relleno permite un menor trabajo de mantenimiento, un menor riesgo de lesiones debido a la distribución no homogénea de los gránulos y reduce el coste del sistema de césped artificial global.

45 (3) Reciclabilidad mejorada. El presente sistema 10 de césped artificial permite un sistema de césped artificial totalmente poliolefínico con la inclusión de (i) la capa 12 de soporte principal que es un polímero basado en propileno, (ii) el componente 20 de absorción de impactos que está compuesto de un polímero basado en etileno y (iii) un material de relleno de polímero elastomérico que es un polímero basado en etileno. El sistema 10 de césped artificial "totalmente poliolefínico" se puede reciclar en una sola corriente polimérica, en lugar de tratar por separado el hilo de polietileno, el soporte secundario de látex de PU/SB, como es el caso de los céspedes artificiales existentes, es decir, el césped artificial con un relleno de SBR/arena y una almohadilla antiimpactos de poliuretano.

50 (4) Reducción del coste de fabricación. La integración de la almohadilla antiimpactos 50 y la capa 40 de amortiguación en un solo componente 20 de absorción de impactos integral elimina la etapa de producción de aplicar una capa de soporte secundaria al sistema, creando eficiencia de producción y reduciendo el coste global del presente sistema 10 de césped artificial.

60 A modo de ejemplo, y no de limitación, algunas realizaciones de la presente descripción se describirán a continuación con detalle en los siguientes ejemplos.

65

Ejemplos

5 1. Materiales

En una línea C-ENG (Duralastic, EE. UU.), se produce un componente de absorción de impactos que tiene una capa de amortiguación como parte integral con la almohadilla antiimpactos. El componente de absorción de impactos formante tiene la estructura del componente 20 de absorción de impactos que se muestra en la Fig. 2 con la capa 40 de amortiguación y la almohadilla antiimpactos 50. El 3DRLM del componente de absorción de choques formante son fibras continuas compuestas de un copolímero de etileno/octeno α -olefina que tiene una densidad de $0,905 \text{ g/cm}^3$.

La Tabla 1, a continuación, proporciona las propiedades del componente de absorción de impactos formante (de aquí en adelante denominado *SAC1*).

Tabla 1 - Propiedades de *SAC1*

Dimensiones nominales = 305 mm x 305 mm x 54 mm

SAC1

MUESTRA	Masa (g)	Espesor (mm)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)	Porosidad (%)
Componente de absorción de impactos	310,1	54	5016,8	0,0618	93,17 %
Almohadilla antiimpactos	187,9	48	4459,3	0,0421	95,34 %
Capa de amortiguación	122,2	6	557,4	0,2192	75,78 %
Muestra de control 3DL				0,0626	93,08 %
PE sólido				0,905	0,00 %

2. Pruebas

El rendimiento de *SAC1* se compara con un control (muestra comparativa, o CS). La muestra de control es la almohadilla antiimpactos que se muestra en la Tabla 1 anterior. En otras palabras, la muestra de control se compone del mismo 3DRLM que *SAC1*, siendo la diferencia que la muestra de control es solo la almohadilla antiimpactos; la muestra de control tiene una capa de amortiguación recortada y eliminada físicamente. El *SAC1* incluye tanto la almohadilla antiimpactos como la capa de amortiguación.

La muestra de control y la muestra de *SAC1* se preparan para pruebas de ILD y pruebas de resistencia a la tracción. La muestra para el componente de absorción de impactos es de 381 mm x 381 mm x 54 mm. De esta muestra, se corta una muestra de prueba con dimensiones de 305 mm x 305 mm x 54 mm para la prueba de compresión. La prueba de compresión no es destructiva. Después de la prueba de compresión del componente de absorción de impactos, se preparan las muestras para la prueba de resistencia a la tracción. Se cortan cuatro muestras de la muestra de 381 mm x 381 mm x 54 mm del componente de absorción de impactos. Las muestras usadas para la prueba de tracción tienen 203 mm de largo y 32,7 mm de ancho. La prueba de tracción es una prueba destructiva. Dos de estas muestras de tracción se miden en cuanto al componente de absorción de impactos (capa de amortiguación como parte integral a la almohadilla antiimpactos). En las otras dos muestras, la capa de amortiguación se corta de la almohadilla antiimpactos y solo la almohadilla antiimpactos (control) se somete a la prueba de tracción.

Los resultados se proporcionan en la Tabla 2, a continuación.

Tabla 2. Resultados de la prueba de ILD y de tracción

	ILD (N) 25 % de compresión	ILD (N) 65 % de compresión	Resistencia a la tracción (N)
SC de control*	87,6	228	66
<i>SAC1</i> (de la invención)	133	424	158

*solo almohadilla antiimpactos, la capa de amortiguación se elimina del componente de absorción de impactos

El solicitante descubrió que el componente de absorción de impactos de 3DRLM con la capa de amortiguación y almohadilla antiimpactos como parte integral (es decir, *SAC1*) presenta inesperadamente una absorción de impactos mejorada (ILD del 65 % de 424, en el caso del *SAC1*, frente al 228 del control) y una resistencia a la tracción mejorada (158 N, en el caso del *SAC1*, frente a 66 N del control), en comparación con la almohadilla antiimpactos de 3DRLM solamente.

5

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de césped artificial, que comprende:
 - 5 una capa (12) de soporte principal que tiene una pluralidad de hilos (14) de césped artificial que sobresalen hacia arriba desde la capa (12) de soporte principal que tiene una superficie inferior; un componente (20) de absorción de impactos compuesto de una hoja de material de bucle al azar tridimensional (3DRLM (30)) y en contacto con la capa (12) de soporte principal, comprendiendo el componente (20) de absorción de impactos
 - 10 (i) una capa (40) de amortiguación que tiene una superficie expuesta; y
 - (ii) una almohadilla antiimpactos (50); y

en donde el 3DRLM (30) en la capa (40) de amortiguación tiene una densidad aparente que es mayor que la densidad aparente del 3DRLM (30) en la almohadilla antiimpactos (50) y en donde la superficie expuesta de la capa (40) de amortiguación entra en contacto con la superficie inferior de la capa (12) de soporte principal.
 2. El sistema (10) de césped artificial de la reivindicación 1, en donde la capa (40) de amortiguación es parte integral de la almohadilla antiimpactos (50).
 3. El sistema (10) de césped artificial de la reivindicación 2, en donde el 3DRLM (30) comprende una pluralidad de múltiples bucles (32) formados por una pluralidad de fibras continuas (34) compuestas de material polimérico; y al menos dos fibras continuas se extienden desde la almohadilla antiimpactos (50) hasta la capa (40) de amortiguación.
 4. El sistema (10) de césped artificial de la reivindicación 1, en donde la almohadilla antiimpactos (50) tiene un espesor, medido en milímetros, de 2 veces a 300 veces mayor que el espesor de la capa (40) de amortiguación.
 5. El sistema (10) de césped artificial de la reivindicación 4, en donde la densidad aparente de la capa (40) de amortiguación es de 2 veces a 400 veces mayor que la densidad aparente de la almohadilla antiimpactos (50).
 6. El sistema (10) de césped artificial de la reivindicación 1, en donde la almohadilla antiimpactos (50) tiene una densidad aparente de 0,010 g/cm³ a 0,400 g/cm³.
 7. El sistema (10) de césped artificial de la reivindicación 6, en donde la capa (40) de amortiguación tiene una densidad aparente de 0,030 g/cm³ a 1,000 g/cm³.
 8. El sistema (10) de césped artificial de la reivindicación 1, en donde el 3DRLM (30) está compuesto de un polímero basado en etileno.
 9. El sistema (10) de césped artificial de la reivindicación 1, que comprende un material (60) de relleno.
 10. El sistema (10) de césped artificial de la reivindicación 9, en donde el hilo (14) de césped, la capa (12) de soporte principal, el 3DRLM (30) y el material (60) de relleno está compuesto, cada uno, de un polímero basado en olefina.



