

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 084**

51 Int. Cl.:

H01L 31/048	(2014.01)	B32B 27/34	(2006.01)
B32B 9/00	(2006.01)	B32B 27/36	(2006.01)
B32B 15/04	(2006.01)	B32B 27/38	(2006.01)
B32B 17/10	(2006.01)	B32B 27/40	(2006.01)
B32B 27/06	(2006.01)		
B32B 27/08	(2006.01)		
B32B 27/18	(2006.01)		
B32B 27/20	(2006.01)		
B32B 27/28	(2006.01)		
B32B 27/30	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2009 PCT/US2009/045806**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2009 WO09149000**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2009 E 09759161 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 2286465**

54 Título: **Módulo de células solares que tiene una capa encapsulante de baja turbidez**

30 Prioridad:

02.06.2008 US 130747

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

30.03.2020

73 Titular/es:

**PERFORMANCE MATERIALS NA, INC. (100.0%)
2211 H.H. Dow Way
Midland, Michigan 48674, US**

72 Inventor/es:

**HAYES, RICHARD, ALLEN;
SMITH, REBECCA, L.;
PROOST, KRISTOF;
PESEK, STEVEN, C. y
SMITH, CHARLES, ANTHONY**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 751 084 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

Módulo de células solares que tiene una capa encapsulante de baja turbidez

Campo de la invención

5 La presente invención está dirigida a módulos de células solares que tienen capas de lámina encapsulante que muestran un bajo grado de turbidez. En particular, la presente invención se refiere a módulos de células solares que comprenden una lámina encapsulante que comprende al menos una capa de una composición de ionómero de sodio.

Antecedentes de la invención

10 Debido a que proporcionan una fuente de energía sostenible, el uso de células solares se está expandiendo rápidamente. Las células solares pueden categorizarse típicamente en dos tipos en base al material absorbente de luz usado, es decir, células solares basadas en volumen u obleas y células solares de película fina.

15 Silicio microcristalino (c-Si), silicio poli- o multi-cristalino (poli-Si o mc-Si) y silicio en cintas son los materiales usados más normalmente en la formación de las células solares basadas en obleas más tradicionales. Los módulos de células solares derivados de células solares basadas en obleas a menudo comprenden una serie de obleas (o células) de auto-soporte que están soldadas. Las obleas generalmente tienen un espesor de entre aproximadamente 180 y aproximadamente 240 μm . Dicho panel de células solares se denomina una capa de células solares y puede además comprender cableados eléctricos tales como cintas cruzadas que conectan las unidades celulares individuales y barras colectoras que tienen un extremo conectado a las células y la otra que sale del módulo. La capa de células solares se lamina después adicionalmente con capa(s) encapsulante(s) y capa(s) protectora(s) para formar un módulo resistente a la intemperie que pueden usarse durante hasta 25 a 30 años. En general, un módulo de células solares derivado de célula(s) solar(es) basada(s) en obleas comprende, en orden de posición desde el lado frontal que recibe la luz al lado trasero que no recibe la luz: (1) una capa incidente, (2) una capa encapsulante frontal, (3) una capa de células solares, (4) una capa trasera encapsulante y (5) una capa de soporte.

25 Las células solares de película fina alternativas cada vez más importantes se forman normalmente a partir de materiales que incluyen silicio amorfo (a-Si), silicio microcristalino ($\mu\text{c-Si}$), telururo de cadmio (CdTe), seleniuro de cobre e indio (CuInSe₂ o CIS), diseleniuro de cobre e indio/galio (CuInxGa(1-x)Se₂ o CIGS), tintes de absorción de luz y semiconductores orgánicos. Por medio del ejemplo, las células solares de película fina se describen en p.ej., las Patentes de EE.UU. núms. 5.507.881; 5.512.107; 5.948.176; 5.994.163; 6.040.521; 6.137.048; y 6.258.620 y las Publicaciones de Patente de EE.UU. núms. 20070298590; 20070281090; 20070240759; 20070232057; 20070238285; 20070227578; 20070209699; y 20070079866. Las células solares de película fina con un espesor típico de menos de 2 μm se producen depositando las capas semiconductoras en un sustrato formado de vidrio o una película flexible. Durante la fabricación, es común incluir una secuencia de trazado de láser que permite a las células adyacentes estar interconectadas directamente en serie, sin necesidad de soldar más conexiones entre las células. Como con las células de obleas, la capa de células solares puede comprender además cableados eléctricos tal como cintas cruzadas y barras colectoras. De forma similar, las células solares de película fina están laminadas adicionalmente con otras capas encapsulantes y protectoras para producir un módulo resistente a la intemperie y medioambientalmente robusto. Dependiendo de la secuencia en que se realice la deposición multi-capas, las células solares de película fina puede depositarse en un sustrato que sirve básicamente como la capa incidente en el módulo final, o las células pueden depositarse en un sustrato que termina sirviendo como la capa de soporte en el módulo final. Por lo tanto, un módulo de células solares derivado de células solares de película fina puede tener uno de dos tipos de construcción. El primer tipo incluye, en orden de posición desde el lado frontal que recibe la luz al lado trasero que no recibe la luz, (1) una capa de células solares que comprende un sustrato y una capa de célula(s) solar(es) de película fina depositada(s) sobre el lado que no recibe la luz, (2) una capa encapsulante (trasera) y (3) una capa de soporte. El segundo tipo puede incluir, en orden de posición desde el lado frontal que recibe la luz al lado trasero que no recibe la luz, (1) una capa incidente, (2) una capa (frontal) encapsulante, (3) una capa de células solares que comprende una capa de célula(s) solar(es) de película fina depositada(s) en un sustrato en el lado que recibe la luz de las mismas.

50 Las capas encapsulantes usadas en los módulos de células solares se diseñan para encapsular y proteger las frágiles células solares. Los materiales de polímero adecuados para las capas encapsulantes de células solares poseen típicamente una combinación de características tales como alta resistencia al impacto, alta resistencia a la penetración, buena resistencia a la luz ultravioleta (UV), buena estabilidad térmica a largo plazo, adecuada resistencia de adherencia al vidrio y otras láminas poliméricas rígidas, alta resistencia a la humedad, y buena resistencia a la intemperie a largo plazo. Además, las capas encapsulantes frontales deberían ser suficientemente transparentes para permitir que la luz solar alcance de forma efectiva las células solares para permitir que las células solares generen la mayor salida de potencia posible. Por consiguiente, es muy deseable que los materiales poliméricos utilizados en las capas encapsulantes frontales muestren una combinación de baja turbidez y alta claridad.

55 Los ionómeros son polímeros producidos sustituyendo parcialmente o completamente los átomos de hidrógeno de los restos ácidos de los copolímeros de ácido precursores (también conocido como "padres") con restos iónicos. Esto se consigue generalmente neutralizando los copolímeros de ácido padres, por ejemplo copolímeros que comprenden

5 unidades copolimerizadas de α -olefinas y ácidos carboxílicos α,β -etilénicamente insaturados. La neutralización de los grupos de ácido carboxílico presentes en dichos copolímeros padres o precursores se efectúa generalmente mediante reacción del copolímero con una base, p.ej., hidróxido de sodio o hidróxido de magnesio, por la que los átomos de hidrógeno de los ácidos carboxílicos se sustituyen por los cationes de la base. Los ionómeros así formados son composiciones iónicas, totalmente o parcialmente neutralizadas, que comprenden grupos carboxilato que tienen cationes derivados de la reacción del ácido carboxílico con la base. Los ionómeros se conocen bien en la técnica e incluyen polímeros en donde los cationes de los grupos carboxilato del ionómero son cationes metálicos, que incluyen cationes de metal alcalino, cationes alcalinotérreos y cationes de metal de transición. Los ionómeros disponibles comercialmente incluyen los que tienen cationes sodio, magnesio, aluminio, zinc y hierro.

10 El uso de composiciones de ionómero en el vidrio de seguridad laminado como intercapas se conoce en la técnica. Véase, p.ej., las Patentes de EE.UU. núms. 3.344.014; 3.762.988; 4.663.228; 4.668.574; 4.799.346; 5.759.698; 5.763.062; 5.895.721; 6.150.028; y 6.432.522, Publicaciones de patente núms. 20020155302; 20020155302; 20060182983; 20070092706; 20070122633; 20070289693, y Publicaciones de patente PCT núms. WO9958334; WO2006057771 y WO2007149082.

15 En años recientes, ciertas composiciones de ionómeros se han desarrollado además como materiales encapsulantes de células solares. Véase p.ej. US 2008/023063 A1, o p.ej., Patentes de EE.UU. núms. 5.476.553; 5.478.402; 5.733.382; 5.741.370, 5.762.720; 5.986.203; 6.114.046; 6.187.448; 6.353.042; 6.320.116; y 6.660.930, y Publicaciones de patente de EE.UU. núms. 20030000568 y 20050279401. Por ejemplo, Patente de EE.UU. núm. 5.476.553 describe el uso, entre otros, de los ionómeros de sodio tales como resina Surlyn® 1601 como un material encapsulante. La Patente de EE.UU. núm. 6.114.046 describe una estructura laminada de poliolefina/ionómero de metaloceno multi-capa que puede usarse como un encapsulante. Varios tipos de ionómeros, incluyendo ionómeros de sodio y zinc, se describen.

20 La transparencia de los encapsulantes de ionómero usados actualmente además de los descritos en la técnica no es óptima. Sería deseable tener composiciones de ionómeros disponibles de más transparencia de manera que la producción de células solares capaces de general mayor salida de potencia sería posible.

25 Compendio de la invención

La presente invención proporciona un módulo de células solares que comprende una capa de células solares y una lámina que comprende al menos una capa de una composición de ionómero de sodio, como se define en la reivindicación 1.

30 En una realización particular, el módulo de células solares consiste esencialmente en, en orden de posición, (i) una capa incidente, (ii) una capa frontal encapsulante laminada por el lado que recibe la luz de la capa de células solares, (iii) la capa de células solares, (iv) una capa encapsulante trasera laminada por el lado que no recibe la luz de la capa de células solares, y (v) una capa de soporte, en donde una de las capas encapsulantes frontal y trasera es la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio.

35 En una realización adicional, el módulo de células solares consiste esencialmente en, en orden de posición, (i) una capa incidente, (ii) una capa frontal encapsulante que comprende una lámina que tiene al menos una capa de la composición de ionómero de sodio, y (iii) una capa de células solares de película fina, en donde la capa de células solares comprende además un sustrato sobre el que las células solares de película fina se depositan y el sustrato se coloca de manera que el sustrato es una superficie más externa del módulo y se coloca en el lado que no recibe la luz de la capa de células solares.

40 En aún una realización adicional, el módulo de células solares consiste esencialmente en, en orden de posición (i) una capa de células solares de película fina, (ii) una capa encapsulante trasera que comprende la lámina que tiene al menos una capa de la composición de ionómero de sodio, y (iii) una capa de soporte, en donde la capa de células solares comprende además un superestrato sobre el que se depositan las células solares de película fina y el superestrato se coloca de manera que el superestrato es una superficie más externa del módulo en el lado que recibe la luz de la capa de células solares.

45 La presente invención proporciona además un proceso para preparar un módulo de células solares, como se define en la reivindicación 12.

Breve descripción de los dibujos

50 La Figura 1 es una vista de corte transversal, no a escala, de un módulo de células solares basadas en obleas descrito en la presente memoria.

La Figura 2 es una vista de corte transversal, no a escala, de un módulo de células solares de película fina particular descrito en la presente memoria.

55 La Figura 3 es una vista de corte transversal, no a escala, de otro módulo de células solares de película fina descrito en la presente memoria.

Descripción detallada de la invención

A menos que se defina otra cosa, todos los términos técnicos y científicos usados en la presente memoria tienen el mismo significado que se entiende normalmente por un experto en la técnica a la que esta invención pertenece. En caso de conflicto, la memoria, que incluye definiciones, controlará.

- 5 Aunque métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la presente memoria pueden usarse en la práctica o prueba de la invención, los métodos y materiales adecuados se describen en la presente memoria.

A menos que se indique otra cosa, todos los porcentajes, partes, relaciones, etc., son en peso.

- 10 Cuando una cantidad, concentración, u otro valor o parámetro se da como o un intervalo, intervalo preferido o una lista de valores preferibles superiores y valores preferibles inferiores, esto se va a entender como que describe específicamente todos los intervalos formados a partir de cualquier par de límite de intervalo o valor preferido superior y cualquier límite de intervalo o valor preferido inferior, independientemente de si los intervalos se describen por separado. Donde un intervalo de valores numéricos se enumera en la presente invención, a menos que se afirme otra cosa, se pretende que el intervalo incluya los puntos finales del mismo, y todos los números enteros y fracciones en el intervalo. No se pretende que el alcance de la invención esté limitado a los valores específicos enumerados cuando se define un intervalo.
- 15

Cuando el término “aproximadamente” se usa en la descripción de un valor o un punto final de un intervalo, la descripción debería entenderse que incluye el valor específico o punto final referido.

- 20 Como se usa en la presente memoria, los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye”, “que incluye”, “que contiene”, “caracterizado por”, “tiene”, “que tiene” o cualquier otra variación de los mismos, se pretende que cubran una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un proceso, método, artículo, o aparato que comprende una lista de elementos no está necesariamente limitado a solo esos elementos sino que pueden incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a dicho proceso, método, artículo o aparato. Además, a menos que se afirme expresamente lo contrario, “o” se refiere a un o inclusivo y no a un o exclusivo.

- 25 La frase transicional “que consiste esencialmente en” limita el alcance de una reivindicación a los materiales o etapas especificadas y aquellas que no afectan de forma material a la(s) característica(s) básicas y nuevas de la invención reivindicada.

Donde los solicitantes han definido una invención o una parte de la misma con un término de final abierto tal como “que comprende”, debería entenderse fácilmente que a menos que se afirme otra cosa la descripción debería interpretarse para describir también dicha invención usando el término “que consiste esencialmente en”.

- 30 El uso de “un” o “una” se emplean para describir elementos y componentes de la invención. Esto es meramente por conveniencia y para dar un sentido general de la invención. Esta descripción debería leerse para incluir uno o al menos uno y el singular incluye además el plural a menos que sea obvio que significa otra cosa.

- 35 En la descripción de ciertos polímeros debería entenderse que a veces los solicitantes se refieren a los polímeros mediante los monómeros usados para producirlos o las cantidades de los monómeros usados para producir los polímeros. Aunque dicha descripción pueden no incluir la nomenclatura específica usada para describir el polímero final o puede no contener la terminología de producto mediante proceso, cualquier referencia a monómeros y cantidades deberían interpretarse para significar que el polímero comprende esos monómeros (es decir, unidades copolimerizadas de esos monómeros) o esa cantidad de los monómeros, y los correspondientes polímeros y composiciones de los mismos.

- 40 En la descripción y/o reivindicación de esta invención, el término “copolímero” se usa para referirse a polímeros formados por la copolimerización de dos o más monómeros. Dichos copolímeros incluyen dipolímeros, terpolímeros o copolímeros de orden superior.

- 45 El término “copolímero de ácido” como se usa en la presente memoria se refiere a un polímero que comprende unidades copolimerizadas de una α -olefina, un ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturado, y opcionalmente otro(s) comonomero(s) adecuado(s) tal(es) como, un éster de ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturado.

- 50 El término “ionómero” como se usa en la presente memoria se refiere a un polímero que comprende grupos iónicos que son carboxilatos de ion metálico, por ejemplo, carboxilatos de metal alcalino, carboxilatos alcalinotérreos, carboxilatos de metal de transición y/o mezclas de dichos carboxilatos. Dichos polímeros se producen generalmente neutralizando parcialmente o completamente los grupos de ácido carboxílico de un polímero precursor o “parental” que es un copolímero de ácido, como se define en la presente memoria, por ejemplo por reacción con una base. Un ejemplo de un ionómero de metal alcalino como se usa en la presente memoria es un ionómero de sodio (o ionómero neutralizado de sodio), por ejemplo un copolímero de etileno y ácido metacrílico en donde todo o una parte de los grupos de ácido carboxílico de las unidades de ácido metacrílico copolimerizado están en forma de carboxilatos de sodio.

La invención proporciona un módulo de células solares que comprende a) al menos una capa que es una lámina que comprende al menos una capa de una composición de ionómero de sodio y b) una capa de células solares comprendidas de una o una pluralidad de células solares. La lámina funciona como una capa encapsulante en el módulo de células solares. Es decir, en los módulos de células solares de la presente invención se caracterizan por tener una capa encapsulante que tiene al menos una capa de una composición de ionómero de sodio.

Las composiciones de ionómero de sodio usadas en la presente memoria consisten esencialmente en ionómeros de sodio que son derivados neutralizados iónicos, de un copolímero de ácido precursor que comprende unidades copolimerizadas de una α -olefina que tienen 2 a 10 carbonos y 21 a 23% en peso, de unidades copolimerizadas de un ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturado que tiene 3 a 8 carbonos.

Los comonómeros de α -olefina adecuados pueden incluir, aunque no están limitados a, etileno, propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, y similares y mezclas de dos o más de los mismos. Preferiblemente, la α -olefina es etileno.

Los comonómeros de ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturado adecuados pueden incluir, aunque no están limitados a, ácidos acrílicos, ácidos metacrílicos, ácidos itacónicos, ácidos maleicos, anhídridos maléicos, ácidos fumáricos, ácidos monometil-maleicos, y mezclas de dos o más de los mismos. Preferiblemente, el ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturado se selecciona de ácidos acrílicos, ácidos metacrílicos, y mezclas de dos o más de los mismos.

Los copolímeros de ácido precursores pueden comprender además unidades copolimerizadas de otro(s) comonómero(s), tales como ácidos carboxílicos insaturados que tienen 2 a 10, o preferiblemente 3 a 8 carbonos, o derivados de los mismos. Los derivados de ácido adecuados incluyen anhídridos de ácido, amidas y ésteres. Se prefieren los ésteres. Los ejemplos específicos de ésteres preferidos de ácidos carboxílicos insaturados incluyen, aunque no están limitados a, acrilatos de metilo, metacrilatos de metilo, acrilatos de etilo, metacrilatos de etilo, acrilatos de propilo, metacrilatos de propilo, acrilatos de isopropilo, metacrilatos de isopropilo, acrilatos de butilo, metacrilatos de butilo, acrilatos de isobutilo, metacrilatos de isobutilo, acrilatos de terc-butilo, metacrilatos de terc-butilo, acrilatos de octilo, metacrilatos de octilo, acrilatos de undecilo, metacrilatos de undecilo, acrilatos de octadecilo, metacrilatos de octadecilo, acrilatos de dodecilo, metacrilatos de dodecilo, acrilatos de 2-etilhexilo, metacrilatos de 2-etilhexilo, acrilatos de isobornilo, metacrilatos de isobornilo, acrilatos de laurilo, metacrilatos de laurilo, acrilatos de 2-hidroxiethyl, metacrilatos de 2-hidroxiethyl, acrilatos de glicidilo, metacrilatos de glicidilo, poli(etilenglicol)acrilatos, poli(etilenglicol)metacrilatos, acrilatos de poli(etilenglicol)metiléter, metacrilatos de poli(etilenglicol)metiléter, acrilatos de poli(etilenglicol)beheniléter, metacrilatos de poli(etilenglicol)beheniléter, acrilatos de poli(etilenglicol)-4-nonilfeniléter, metacrilatos de poli(etilenglicol)-4-nonilfeniléter, acrilatos de poli(etilenglicol)feniléter, metacrilatos de poli(etilenglicol)feniléter, maleatos de dimetilo, maleatos de dietilo, maleatos de dibutilo, fumaratos de dimetilo, fumaratos de dietilo, fumaratos de dibutilo, fumaratos de dimetilo, acetatos de vinilo, propionatos de vinilo y mezclas de dos o más de los mismos. Ejemplos de comonómeros adecuados preferibles incluyen, aunque no están limitados a, acrilatos de metilo, metacrilatos de metilo, acrilatos de butilo, metacrilatos de butilo, metacrilatos de glicidilo, acetatos de vinilo y mezclas de dos o más de los mismos. Preferiblemente, sin embargo, el copolímero de ácido precursor no incorpora otros comonómeros.

Los copolímeros de ácido precursores pueden polimerizarse como se describe en las Patentes de EE.UU. núms. 3.404.134; 5.028.674; 6.500.888; y 6.518.365. Preferiblemente, los copolímeros de ácido precursores se polimerizan bajo condiciones de proceso de manera que se maximiza la ramificación de cadena corta y cadena larga. Dichos procesos se describen en, p.ej., P. Ehrlich y G.A. Mortimer, "Fundamentals of Free-Radical Polymerization of Ethylene", Adv. Polymer Sci., Vol. 7, pág. 386-448 (1970) y J. C. Woodley y P. Ehrlich, "The Free Radical, High Pressure Polymerization of Ethylene II. The Evidence for Side Reactions from Polymer Structure and Number Average Molecular Weights", J. Am. Chem. Soc., Vol. 85, pág. 1580-1854.

Para obtener los ionómeros de sodio (es decir, ionómeros neutralizados de sodio) útiles en las composiciones de ionómero de sodio del componente encapsulante, los copolímeros de ácido precursores se neutralizan con por ejemplo una base que contiene ion de sodio para proporcionar un ionómero en donde el 20% a 35% de los átomos de hidrógeno de grupos de ácido carboxílico del ácido precursor se sustituyen por cationes de sodio. Es decir, los grupos ácidos se neutralizan a un nivel de 20% a 35% en base al contenido de ácido carboxílico total de los copolímeros de ácido precursores como se calcula o se mide para los copolímeros de ácido precursores no neutralizados. Los intervalos de neutralización más preferibles y los más preferibles hacen posible obtener una lámina de ionómero con las propiedades de uso final deseables que son características nuevas de las composiciones de la invención, tal como baja turbidez, alta claridad y suficiente resistencia de impacto mientras se mantiene aún el flujo de fusión optimizado para el proceso de formación de la lámina. Los ionómeros que comprenden cationes distintos de sodio pueden tener un efecto dañino en las propiedades de claridad y baja turbidez que son características de las capas encapsulantes útiles en la presente invención. Por lo tanto, se prefiere que las especies ionómeras distintas de ionómeros de sodio no estén presentes en las composiciones de ionómero o si están presentes, que estén presentes en concentraciones de menos de 5 por cien partes de la composición de ionómero de sodio.

Los copolímeros de ácido precursores pueden neutralizarse como se describe, por ejemplo, en la Patente de EE.UU. núm. 3.404.134.

El copolímero de ácido precursor tiene un caudal de fusión (MFR) de 25 g/10 min o menos, como se determina de acuerdo con el método ASTM D1238 a 190°C y 2,16 kg. El ionómero de sodio tiene un MFR de 5 g/10 min o menos, y lo más preferiblemente aproximadamente 3 g/10 min o menos. El ionómero de sodio puede tener además preferiblemente un módulo de flexión mayor que aproximadamente 40.000 psi (276 MPa), más preferiblemente mayor que aproximadamente 50.000 psi (345 MPa), y lo más preferiblemente mayor que aproximadamente 60.000 psi (414 MPa), como se determina de acuerdo con el método ASTM D638.

Las láminas poliméricas que comprenden dichos ionómeros de sodio muestran mayor dureza, menor turbidez, y mayor transparencia respecto a las que se esperaría de una lámina ionomérica que comprende un ionómero que tiene un alto contenido de ácido carboxílico. Sin está atado a ninguna teoría particular, se cree que el MFR relativamente bajo asociado con el copolímero de ácido precursor y el catión particular del agente de neutralización (es decir, sodio) contribuye a la mejora en la dureza y transparencia y la reducción en la turbidez. Algunos ionómeros de sodio ejemplares útiles en la práctica de la invención se describen también en la Publicación de Patente de EE.UU. Núm. 20060182983.

Las composiciones de ionómero de sodio útiles como láminas poliméricas pueden además contener aditivos que no afectarían a las propiedades ópticas de las láminas. Por ejemplo, las composiciones de ionómeros de sodio pueden contener aditivos que reducen de forma efectiva el flujo de fusión de la resina, y pueden estar presentes en cualquier cantidad que permita la producción de películas o láminas termoendurecibles. El uso de dichos aditivos mejorará la temperatura de uso final superior y reducirá el deslizamiento de los encapsulantes de células solares derivados de ellos. Típicamente, la temperatura de uso final puede mejorarse hasta aproximadamente 20°C a aproximadamente 70°C. Además, los módulos de células solares que comprenden dichos materiales serán resistentes al fuego. Específicamente, termoendureciendo las resinas ionoméricas durante la laminación, las resinas tendrán una tendencia reducida a la fusión y el flujo del laminado, que a su vez, podría reducir el combustible disponible en una situación de fuego.

Los aditivos que reducen el flujo de fusión efectivos típicos son peróxidos orgánicos, tal como 2,5-dimetilhexano-2,5-dihidroperóxido, 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano-3, peróxido de di-terc-butilo, peróxido de terc-butilcumilo, 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hexano, peróxido de dicumilo, alfa, alfa'-bis(terc-butil-peroxisopropil)benceno, n-butil-4,4-bis(terc-butilperoxi)valerato, 2,2-bis(terc-butilperoxi)butano, 1,1-bis(terc-butil-peroxi)ciclohexano, 1,1-bis(terc-butilperoxi)-3,3,5-trimetil-ciclohexano, peroxibenzoato de terc-butilo, peróxido de benzoilo, y similares y mezclas de combinaciones de los mismos. Preferiblemente, los peróxidos orgánicos se descomponen a una temperatura de aproximadamente 100°C o más para generar radicales. Más preferiblemente, los peróxidos orgánicos tienen una temperatura de descomposición que proporciona una vida media de 10 horas a aproximadamente 70°C o más para proporcionar estabilidad mejorada para las operaciones de mezcla. Los peróxidos orgánicos pueden añadirse a un nivel de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 10% en peso, o preferiblemente, aproximadamente 0,5 a aproximadamente 3% en peso, en base al peso total de la composición de ionómero de sodio.

Si se desea, los iniciadores, tal como dilaurato de dibutilestaño, pueden además estar presentes en la composición ionomérica a un nivel de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 0,05% en peso, en base al peso total de la composición de ionómero de sodio. Además, si se desea, los inhibidores, tales como hidroquinona, hidroquinona-monometil-éter, p-benzoquinona y metilhidroquinona, pueden añadirse para el propósito de mejorar el control de la reacción y la estabilidad. Típicamente, los inhibidores se añadirían a un nivel de menos de aproximadamente 5% en peso, en base al peso total de la composición.

Sin embargo, por simplificación y facilidad, se prefiere que las composiciones de ionómero de sodio no incorporen aditivos reticulantes, tal como los peróxidos mencionados anteriormente.

La composición del ionómero de sodio puede además contener otros aditivos conocidos en la técnica. Los aditivos pueden incluir, aunque no están limitados a, auxiliares de procesado, aditivos de mejora de flujo, lubricantes, pigmentos, tintes, retardantes de llama, modificadores de impacto, agentes de nucleación, agentes de anti-bloqueo tal como sílice, estabilizantes térmicos, absorbentes de UV, estabilizantes de UV, dispersantes, tensioactivos, agentes quelantes, agentes de acoplamiento, aditivos de refuerzo, tal como fibra de vidrio, cargas y similares. Generalmente, los aditivos que pueden reducir la claridad óptica de la composición, tal como aditivos de refuerzo y cargas, se reservan para esas láminas que se usan como los encapsulantes traseros.

Los estabilizantes térmicos pueden usarse y se han descrito ampliamente en la técnica. Cualquier estabilizante térmico conocido puede encontrar utilidad en la invención. Las clases generales preferibles de estabilizantes térmicos incluyen, aunque no están limitados a, antioxidantes fenólicos, monofenoles alquilados, alquiltiometilfenoles, hidroquinonas, hidroquinonas alquiladas, tocoferoles, tiodifeniléteres hidroxilados, alquilidibisfenoles, compuestos de O-, N- y S-bencilo, malonatos hidroxibencilados, compuestos de hidroxibencilo aromáticos, compuestos de triazina, antioxidantes amínicos, aminas de arilo, aminas de diario, aminas de poliarilo, acilaminofenoles, oxamidas, desactivadores metálicos, fosfitos, fosfonitos, bencilfosfonatos, ácido ascórbico (vitamina C), compuestos que destruyen peróxido, hidroxilaminas, nitronas, tiosinérgicos, benzofuranonas, indolinonas, y similares y mezclas de los mismos. La composición de ionómero de sodio puede contener cualquier cantidad efectiva de estabilizantes térmicos. El uso de un estabilizante térmico es opcional y en algunos ejemplos no se prefiere. Cuando se usan los estabilizantes térmicos, la composición de ionómero de sodio contiene al menos aproximadamente 0,05% en peso, y hasta aproximadamente

10% en peso, más preferiblemente hasta aproximadamente 5% en peso, y lo más preferiblemente hasta aproximadamente 1% en peso, de estabilizantes térmicos, en base al peso total de la composición de ionómero.

5 Los absorbentes de UV pueden usarse y también se han descrito ampliamente en la técnica. Cualquier absorbente de UV conocido puede encontrar la utilidad en la presente invención. Las clases generales preferibles de absorbentes de UV incluyen, aunque no están limitados a, benzotriazoles, hidroxibenzofenonas, hidroxifeniltriazinas, ésteres de ácidos benzoicos sustituidos y no sustituidos, y similares y mezclas de los mismos. La composición de ionómero de sodio puede contener cualquier cantidad efectiva de absorbentes de UV. El uso de un absorbente UV es opcional y en algunos ejemplos no se prefiere. Cuando se utilizan los absorbentes de UV, la composición de ionómero de sodio
10 contiene al menos aproximadamente 0,05% en peso, y hasta aproximadamente 10% en peso, más preferiblemente hasta aproximadamente 5% en peso, y lo más preferiblemente hasta aproximadamente 1% en peso, de absorbentes de UV, en base en el peso total de la composición del ionómero.

15 Los estabilizantes de la luz de amina impedida (HALS) pueden usarse y se han descrito ampliamente en la técnica. Generalmente, los estabilizantes de la luz de amina impedida se describen por ser aminas cíclicas secundarias, terciarias, acetiladas, N-hidroxycarboxilato sustituidos, hidroxil sustituidos N-hidroxycarboxilato sustituidos, u otras aminas cíclicas sustituidas, que se caracterizan por una cantidad sustancial de impedimento estérico, generalmente derivados a partir de sustitución alifáticas en los átomos de carbono adyacentes a la función amina. La composición de ionómero de sodio puede contener cualquier cantidad efectiva de estabilizantes de la luz de amina impedida. El uso de estabilizantes de la luz de amina impedida es opcional y en algunos ejemplos no se prefiere. Cuando se usan estabilizantes de la luz de amina impedida, la composición de ionómero de sodio contiene al menos aproximadamente
20 0,05% en peso, y hasta aproximadamente 10% en peso, más preferiblemente hasta aproximadamente 5% en peso, y lo más preferiblemente, hasta aproximadamente 1% en peso, de estabilizantes de la luz de amina impedida, en base al peso total de la composición de ionómero.

25 Los agentes de acoplamiento de silano pueden añadirse a la composición de ionómero de sodio para mejorar su resistencia adhesiva. Los agentes de acoplamiento de silano ejemplares que son útiles en las composiciones de la invención incluyen, aunque no están limitados a, γ -cloropropilmetoxisilano, viniltrimetoxisilano, viniltriethoxisilano, viniltris(β -metoxietoxi)silano, γ -vinilbencilpropiltrimetoxisilano, N- β -(N-vinilbencilaminoetil)- γ -aminopropiltrimetoxisilano, γ -metacriloxipropiltrimetoxisilano, viniltriacetoxisilano, γ -glicidoxipropiltrimetoxisilano, γ -glicidoxipropiltriethoxisilano, β -(3,4-epoxiciclohexil)etiltrimetoxisilano, viniltriclorosilano, γ -mercaptopropilmetoxisilano, γ -aminopropiltriethoxisilano, N- β -(aminoetil)- γ -aminopropiltrimetoxisilano, y mezclas de dos o más de los mismos. Los
30 agentes de acoplamiento de silano se incorporan preferiblemente en la composición de ionómero de sodio a un nivel de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 5% en peso, o más preferiblemente aproximadamente 0,05 a aproximadamente 1% en peso, en base al peso total de la composición del ionómero.

35 La lámina que funciona como un componente de los módulos solares de la invención puede estar en una capa sencilla o en forma multicapa. Por "capa sencilla", se entiende que la lámina está hecha de o consiste esencialmente en la composición de ionómero de sodio. Cuando es en una forma multicapa, al menos una de las sub-capas está hecha de o consiste esencialmente en la composición de ionómero de sodio, mientras que las demás sub-capas puede(n) hacerse de cualquier otro(s) material(es) polimérico(s) adecuado(s), tal como, por ejemplo, copolímeros de ácido como se define anteriormente en la presente memoria, los ionómeros como se definen anteriormente en la presente memoria, poli(acetatos de etilenvinilo), poli(acetales de vinilo) (incluyendo poli(acetales de vinilo) de grado acústico),
40 poliuretanos, polivinilcloruros, polietilenos (p.ej., polietilenos de baja densidad lineales), elastómeros en bloque de poliolefina, copolímeros de α -olefinas y ésteres de ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturados (p.ej., copolímeros de etileno acrilato de butilo y copolímeros de acrilato de etileno y acrilato de butilo y pasta), elastómeros de silicona, resinas epoxi, y combinaciones de dos o más de los mismos.

45 El espesor total de la lámina que comprende al menos una capa de la composición de ionómero de sodio puede estar en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 90 mil (aproximadamente 0,25 a aproximadamente 2,3 mm), preferiblemente aproximadamente 10 a aproximadamente 60 mil (aproximadamente 0,25 a aproximadamente 1,5 mm), más preferiblemente aproximadamente 15 a aproximadamente 55 mil (aproximadamente 0,38 a aproximadamente 1,4 mm), aún más preferiblemente aproximadamente 15 a aproximadamente 45 mil (aproximadamente 0,38 a aproximadamente 1,14 mm), aún más preferiblemente aproximadamente 15 a
50 aproximadamente 35 mil (aproximadamente 0,38 a aproximadamente 0,89 mm), y lo más preferiblemente aproximadamente 25 a aproximadamente 35 mil (aproximadamente 0,64 a aproximadamente 0,89 mm). El espesor de la película individual y componentes de lámina que constituyen la capa encapsulante multicapa total no es crítico y puede variarse independientemente dependiendo de la solicitud particular.

55 La lámina que comprende la composición de ionómero de sodio puede tener una superficie suave o rugosa en uno o ambos lados. Preferiblemente, la lámina tiene superficies rugosas en ambos lados para facilitar la desaireación durante el proceso de laminado. Las superficies rugosas pueden crearse grabando en relieve mecánicamente o por fractura por fusión durante la extrusión de las láminas seguido por desactivación de manera que la rugosidad superficial se retiene durante el manejo. El patrón superficial puede aplicarse a la lámina a través de procesos de la técnica normales. Por ejemplo, la lámina extrudida puede pasarse sobre una superficie especialmente preparada de un rodillo de corte
60 situado en íntima proximidad a la salida de la boquilla que imparte las características superficiales deseadas en un lado del polímero fundido. Por consiguiente, cuando la superficie de dicho rodillo de corte tiene picos y valles de

minuto, el molde de lámina polimérica tendrá una superficie rugosa en el lado que está en contacto con el rodillo, y la superficie rugosa se conforma generalmente respectivamente en los valles y los picos de la superficie del rodillo. Dichos rodillos de corte se describen en, p.ej., la Patente de EE.UU. núm. 4.035.549 y la Publicación de Patente de EE.UU. núm. 20030124296.

- 5 Las láminas que comprenden la composición de ionómero de sodio pueden producirse por cualquier proceso adecuado. Por ejemplo, las láminas pueden formarse a través del recubrimiento por inmersión, moldeado en disolución, moldeado por compresión, moldeo por inyección, laminación, extrusión en fundido, película soplada, recubrimiento por extrusión, recubrimiento por extrusión en tándem, o por cualquier otro procedimiento que se conocen por los expertos en la técnica. Preferiblemente, las láminas están formadas mediante procedimientos de extrusión por
10 fusión, coextrusión por fusión, recubrimiento por extrusión en fusión, o recubrimiento de extrusión en fusión en tándem.

La invención proporciona un módulo de células solares que comprende al menos una capa que es una lámina (es decir capa encapsulante) que comprende al menos una capa de la composición de ionómero de sodio descrito anteriormente y una capa de células solares comprendida por una o una pluralidad de células solares.

- 15 El término "célula solar" se entiende que incluye cualquier artículo que pueda convertir la luz en energía eléctrica. Las células solares útiles en la invención incluyen, aunque no están limitadas a, células solares basadas en obleas (p.ej., células solares basadas en c-Si o mc-Si, como se describe anteriormente en la sección de antecedentes) y las células solares de película fina (p.ej., células solares basadas en a-Si, μ c-Si, CdTe o Cl(G)S, como se describe anteriormente en la sección de antecedentes). En la capa de células solares, se prefiere que las células solares están interconectados eléctricamente y/o dispuestos en un plano liso. Además, la capa de células solares puede comprender además
20 cableados eléctricos, tales como cintas cruzadas y barras colectoras.

- El módulo de células solares comprende típicamente al menos una capa de una lámina que comprende la composición de ionómero de sodio, que está limitado a la capa de células solares y sirve como una capa encapsulante. Por "laminado", se entiende que, en una estructura laminada, las dos capas están unidas o directamente (es decir, sin cualquier material adicional entre las dos capas) o indirectamente (es decir, con material adicional, tal como intercapa
25 o materiales adhesivos, entre las dos capas). Preferiblemente, la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio está directamente laminada o unida a la capa de células solares.

- El módulo de células solares puede además comprender capas encapsulantes adicionales que comprenden otros materiales poliméricos, tal como copolímeros de ácido como se define anteriormente en la presente memoria, los ionómeros como se define anteriormente en la presente memoria, poli(etilenvinilacetatos), poli(vinilacetales)
30 (incluyendo poli(vinilacetales) de grado acústico), poliuretanos, poli(cloruros de vinilo), polietilenos (p.ej., polietilenos de baja densidad lineal), elastómeros en bloque de poliolefina, copolímeros de α -olefinas y ésteres de ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturados) (p.ej., copolímeros de etileno metilacrilato y copolímeros de etileno butilacrilato), elastómeros de silicona, resinas epoxi y combinaciones de dos o más de los mismos.

- El espesor de las capas encapsulantes individuales distintas de la(s) lámina(s) que comprende(n) la composición de ionómero de sodio puede oscilar independientemente de aproximadamente 1 mil (0,026 mm) a aproximadamente 120
35 mils (3 mm), o preferiblemente de aproximadamente 1 mil (0,026 mm) a aproximadamente 40 mils (1,02 mm), o más preferiblemente de aproximadamente 1 mil (0,026 mm) a aproximadamente 20 mils (0,51 mm). Cualquiera o todas la(s) capa(s) encapsulante(s) comprendida(s) en los módulos de células solares pueden tener superficies lisas o rugosas. Preferiblemente, la(s) capa(s) encapsulante(s) tiene(n) superficies rugosas para facilitar la desaireación durante el proceso de laminación.
40

El módulo de células solares puede además comprender una capa incidente y/o una capa de soporte que sirve como la capa o capas más externa(s) del módulo en el lado que recibe la luz y el lado que no recibe la luz del módulo de células solares, respectivamente.

- 45 Las capas externas de los módulos de células solares, es decir, la capa incidente y la capa de soporte, pueden derivarse de cualquier lámina o película adecuada. Las láminas adecuadas pueden ser láminas de vidrio o plástico, tal como policarbonatos, acrílicos, poliácridatos, poliolefinas cíclicas (p.ej., polímeros de etileno norborneno), poliestirenos (preferiblemente poliestirenos catalizados por metaloceno), poliamidas, poliésteres, fluoropolímeros, o combinaciones de dos o más de los mismos. Además, las láminas metálicas, tales como placas de aluminio, acero, acero galvanizado o cerámica, pueden utilizarse en la formación de la capa de soporte.

- 50 El término "vidrio" incluye no solo vidrio de ventana, vidrio de placa, vidrio de silicato, vidrio de lámina, vidrio bajo en hierro, vidrio templado, vidrio libre de CeO templado, y vidrio flotado, pero también vidrio coloreado, vidrio especial (tal como los que contienen ingredientes para controlar el calentamiento solar), vidrio recubierto (tal como los pulverizados con metales (p.ej., óxido de plata o estaño e indio) por propósitos de control solar), E-vidrio, vidrio Toro, vidrio Solex® (PPG Industries, Pittsburgh, PA) y vidrio Starphire® (PPG Industries). Dichos vidrios especiales se describen en, p.ej.,
55 Patentes de EE.UU. núms. 4.615.989; 5.173.212; 5.264.286; 6.150.028; 6.340.646; 6.461.736; y 6.468.934. Se entiende, sin embargo, que el tipo de vidrio a seleccionar para un módulo particular depende del uso previsto.

Las capas de película adecuadas comprenden polímeros que incluyen aunque no están limitados a, poliésteres (p.ej., poli(tereftalato de etileno) y poli(naftalato de etileno)), policarbonato, poliolefinas (p.ej., polipropileno, polietileno, y

poliolefinas cíclicas), polímeros de norborneno, poliestireno (p.ej., poliestireno sindiotáctico), copolímeros de estireno-acrilato, copolímeros de acrilonitrilo-estireno, polisulfonas (p.ej., polietersulfona, polisulfona, etc.), náilonés, poli(uretanos), acrílicos, acetatos de celulosa (p.ej., acetato de celulosa, triacetatos de celulosa, etc.), celofán, poli(cloruros de vinilo) (p.ej., poli(cloruro de vinilideno)), fluoropolímeros (p.ej., poli(fluoruro de vinilo), poli(fluoruro de vinilideno), politetrafluoroetileno, copolímeros de etileno-tetrafluoroetileno, etc.) y combinaciones de dos o más de los mismos. La película polimérica puede ser una película de poliéster orientada de forma bi-axial (preferiblemente película de poli(tereftalato de etileno) (p.ej., películas Tedlar®, Tefzel® y Teflón®, de E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, DE (DuPont)). Las películas de fluoropolímero-poliéster-fluoropolímero (p.ej., "TPT") se prefieren también para algunas aplicaciones. Las películas metálicas, tal como papel de aluminio, pueden usarse también como las capas de soporte.

El módulo de células solares puede además comprender otras capas de película o lámina funcional (p.ej., capas dieléctricas o capas barrera) incrustadas en el módulo. Dichas capas funcionales pueden derivarse de cualquiera de las películas poliméricas mencionadas anteriormente o aquellas que están recubiertas con recubrimientos funcionales adicionales. Por ejemplo, las películas de poli(tereftalato de etileno) recubiertas con un recubrimiento de óxido metálico, tal como las descritas en las Patentes de EE.UU. núms. 6.521.825 y 6.818.819 y la Patente Europea núm. EP1182710, pueden funcionar como capas de barrera al oxígeno y a la humedad en los laminados.

Si se desea, una capa de fibra de vidrio no tejida (tela de malla) puede estar además incluida entre las capas de células solares y los encapsulantes para facilitar la desaireación durante el proceso de laminación o para servir como refuerzo para los encapsulantes. El uso de dichas capas de tela de malla se describe en, p.ej., las Patentes de EE.UU. núms. 5.583.057; 6.075.202; 6.204.443; 6.320.115; y 6.323.416 y la Patente Europea núm. EP0769818.

Las capas de película o lámina situadas en el lado que recibe la luz de la capa de células solares están hechas preferiblemente de material transparente para permitir la transmisión eficiente de la luz del sol en las células solares. El lado que recibe la luz de la capa de células solares puede a veces denominarse como un lado frontal y en las condiciones de uso actuales se enfrentarían generalmente a la fuente de luz. El lado que no recibe la luz de la capa de células solares puede a menudo denominarse como un lado inferior o trasero y en las condiciones de uso actuales se enfrentarían generalmente lejos de una fuente de luz. Una película o lámina especial puede incluirse para servir tanto a la función de una capa encapsulante como a una capa externa. Además es concebible que cualquiera de las capas de película o lámina incluidas en el módulo puede estar en forma de una película o lámina de capa única o multi-capas pre-formada.

Si se desea, una o ambas superficies de las películas y láminas de capa incidente, las películas y láminas de la capa de soporte, las capas encapsulantes y otras capas incorporadas en el módulo de células solares pueden tratarse antes del proceso de laminación para mejorar la adhesión a otras capas laminadas. Este tratamiento de mejora de la adhesión puede tomar cualquier forma conocida en la técnica e incluye tratamientos de llama (véase, p.ej., las Patentes de EE.UU. núms. 2.632.921; 2.648.097; 2.683.894; y 2.704.382), tratamientos de plasma (véase p.ej., la Patente de EE.UU. núm. 4.732.814), tratamiento con haz de electrones, tratamientos de oxidación, tratamiento de descarga de corona, tratamientos químicos, tratamientos con ácido crómico, tratamientos con aire caliente, tratamientos con ozono, tratamientos con luz ultravioleta, tratamientos de arenado, tratamientos con disolvente, y combinaciones de dos o más de los mismos. Además, la resistencia de adhesión puede mejorarse más aplicando adicionalmente un recubrimiento adhesivo o de imprimación en la superficie de la(s) capa(s) de laminado. Por ejemplo, la Patente de EE.UU. núm. 4.865.711 describe una película o lámina con capacidad de enlace mejorado, que tiene una capa fina de carbono depositada en una o ambas superficies. Otros adhesivos o capas de imprimación ejemplares pueden incluir silanos, capas de imprimación basadas en poli(alilamina) (véase p.ej., las Patentes de EE.UU. núms. 5.411.845; 5.770.312; 5.690.994; y 5.698.329), y capas de imprimación con base acrílica (véase p.ej., la Patente de EE.UU. núm. 5.415.942). El recubrimiento adhesivo o de imprimación puede tomar la forma de una monocapa del adhesivo o capa de imprimación y tener un espesor de aproximadamente 0,0004 a aproximadamente 1 mil (aproximadamente 0,00001 a aproximadamente 0,03 mm), o preferiblemente, aproximadamente 0,004 a aproximadamente 0,5 mil (aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,013 mm), o más preferiblemente, aproximadamente 0,004 a aproximadamente 0,1 mil (aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,003 mm).

En una realización particular (ahora en referencia a la Figura 1), donde las células solares se derivan de unidades de células solares de auto-soporte basadas en obleas, el módulo de células solares (20) puede comprender, en orden de posición desde el lado frontal que recibe la luz al lado trasero que no recibe la luz, (a) una capa incidente (10), (b) una capa encapsulante frontal (12), (c) una capa de células solares (14) comprendida por una o más células solares eléctricamente interconectadas, (d) una capa encapsulante trasera (16), y (e) una capa de soporte (18), en donde al menos una o ambas de las capas encapsulantes frontal y trasera (12 y 16) comprenden las láminas que comprenden la composición de ionómero de sodio.

Preferiblemente, sin embargo, los módulos de células solares se derivan de células solares de película fina y pueden (i) en una realización (30 en la Figura 2), comprender, en orden de posición desde el lado frontal que recibe la luz al lado trasero que no recibe la luz, (a) una capa de células solares (14a) que comprende un superestrato (24) y una capa de célula(s) solar(es) de película fina (22) depositada sobre él en el lado que no recibe la luz, (b) una capa encapsulante (trasera) (16) que comprende la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio, y (c) una capa de soporte (18) o (ii) en una realización más preferida (40 en la Figura 3), comprenden, (a) una capa incidente

transparente (10), (b) una capa encapsulante (frontal) (12) que comprende la lámina que comprende el ionómero de sodio, y (c) una capa de células solares (14b) que comprende una capa de célula(s) solar(es) de película fina (22) depositada en un sustrato (26) en el lado que recibe la luz del mismo.

5 Además, una serie de los módulos de células solares descritos anteriormente pueden unirse adicionalmente para formar una matriz de células solares, que pueden producir un voltaje y corriente deseado.

Cualquier proceso de laminación conocido en la técnica (tal como un proceso en autoclave o que no se hace en autoclave) puede usarse para preparar los módulos de células solares.

10 En un proceso ejemplar, las capas componentes del módulo de células solares se apilan en el orden deseado para formar un montaje de pre-laminado. El montaje se coloca después en una bolsa capaz de sostener un vacío ("una bolsa de vacío"), el aire se saca de la bolsa mediante una tubería de vacío u otros medios, la bolsa se sella mientras que se mantiene el vacío (p.ej., al menos aproximadamente 27-28 en Hg (689-711 mm de Hg (91,86-94,79 kPa)), y la bolsa sellada se coloca en un autoclave a una presión de aproximadamente 150 a aproximadamente 250 psi (aproximadamente 11,3 (1130 kPa) a aproximadamente 18,8 bar (1880 kPa), una temperatura de aproximadamente 130°C a aproximadamente 180°C, o aproximadamente 120°C a aproximadamente 160°C, o aproximadamente 135°C a aproximadamente 160°C, o aproximadamente 145°C a aproximadamente 155°C, para aproximadamente 10 a aproximadamente 50 min, o aproximadamente 20 a aproximadamente 45 min, o aproximadamente 20 a aproximadamente 40 min, o aproximadamente 25 a aproximadamente 35 min. Un anillo de vacío puede sustituirse por la bolsa de vacío. Un tipo de bolsa de vacío adecuada se describe en la Patente de EE.UU. núm. 3.311.517. Después del ciclo de calor y presión, el aire en el autoclave se enfría sin añadir gas adicional para mantener la presión en el autoclave. Después de aproximadamente 20 min de enfriamiento, el exceso de presión de aire se ventila y los laminados se quitan del autoclave.

20 De forma alternativa, el montaje de pre-laminado pueden calentarse en un horno a aproximadamente 80°C a aproximadamente 120°C, o aproximadamente 90°C a aproximadamente 100°C, para aproximadamente 20 a aproximadamente 40 min, y después, el montaje caliente se pasa a través de un conjunto de rodillos de presión de manera que el aire en los espacios huecos entre las capas individuales puedan sacarse, y el borde el montaje sellarse. El montaje en esta etapa se denomina como pre-prensa.

25 La pre-prensa puede entonces situarse en un autoclave de aire donde la temperatura se eleva a aproximadamente 120°C a aproximadamente 160°C, o aproximadamente 135°C a aproximadamente 160°C, a una presión de aproximadamente 100 a aproximadamente 300 psi (aproximadamente 6,9 (690 kPa) a aproximadamente 20,7 bar (2070 kPa), o preferiblemente aproximadamente 200 psi (13,8 bar (1380 kPa)). Estas condiciones se mantienen durante aproximadamente 15 a aproximadamente 60 min, o aproximadamente 20 a aproximadamente 50 min, después de lo que el aire se enfría mientras no se introduce más aire al autoclave. Después de aproximadamente 20 a aproximadamente 40 min de enfriamiento, el exceso de presión se ventila y los productos laminados se quitan del autoclave.

30 Los módulos de células solares pueden producirse además a través de procesos que no se hacen en autoclave. Dichos procesos que no se hacen en autoclave se describen, p.ej., en las Patentes de EE.UU. núms. 3.234.062; 3.852.136; 4.341.576; 4.385.951; 4.398.979; 5.536.347; 5.853.516; 6.342.116; y 5.415.909, la publicación de Patente núm. 20040182493, Patente Europea núm. EP1235683 B1, y las Publicaciones de Patente PCT núms. WO9101880 y WO03057478. Generalmente, los procesos que no se hacen en autoclave incluyen calentar el montaje de pre-laminación y la aplicación de vacío, presión o ambos. Por ejemplo, el montaje puede pasarse sucesivamente a través de hornos de calentamiento y rodillos de presión.

35 Estos ejemplos de procesos de laminación no pretenden ser limitantes. Esencialmente cualquier proceso de laminación puede usarse.

40 Si se desea, los bordes del módulo de células solares pueden sellarse para reducir la humedad y la intrusión de aire y los efectos degradantes potenciales en la eficiencia y el tiempo de vida de la(s) célula(s) solar(es) por cualquier medio descrito en la técnica. Materiales de sellado del borde adecuados incluyen, aunque no están limitados a, caucho de butilo, polisulfuro, silicona, poliuretano, elastómeros de polipropileno, elastómeros de poliestireno, elastómeros en bloque, estireno-etileno-butileno-estireno (SEBS), y similares.

La invención se ilustra adicionalmente por los siguientes ejemplos de ciertas realizaciones.

50 Ejemplos

Los siguientes ejemplos se pretende que sean ilustrativos de la invención, y no se pretende de ninguna forma limitar el alcance de la invención.

Materiales y métodos

Resinas de ionómero:

- 5 • ION A – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 15% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 17% neutralizado con iones zinc, MFR de 5,9 g/10 min (como se determina de acuerdo con la norma ASTM D1238 a 190°C, 2,16 kg). El MFR del copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, antes de la neutralización, era 25 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- 10 • ION B – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 21,7% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 15% neutralizado con iones zinc, MFR de 5,4 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR del copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, antes de la neutralización, era 23 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- 15 • ION C – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 21,7% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 15% neutralizado con iones de sodio, MFR de 3,4 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR del copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, antes de la neutralización, era 23 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- 20 • ION D – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 21,7% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 20% neutralizado con iones sodio, MFR de 2,3 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR del copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, antes de la neutralización fue 23 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- 25 • ION E – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 21,7% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 25% neutralizado con iones de zinc, MFR de 1,7 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR de copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, antes de la neutralización, era 23 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- 30 • ION F – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 21,7% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 25% neutralizado con iones de sodio, MFR de 1,5 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR del copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, antes de neutralización, era 23 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- 35 • ION G – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 21,7% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 26% neutralizado con iones de sodio, MFR de 1,8 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR del copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, ante de la neutralización era 23 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- 40 • ION H – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 19% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 39% neutralizado con iones de zinc, MFR de 4 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR precursor del copolímero de etileno ácido metacrílico, antes de la neutralización era 250 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- 45 • ION I – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 19% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 36% neutralizado con iones de zinc, MFR de 1 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR del copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, antes de la neutralización era 60 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- ION J – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 19% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 37% neutralizado con iones de sodio, MFR de 2,6 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR del copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, antes de neutralización era 60 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).
- ION K – ionómero de un copolímero de etileno y ácido metacrílico que contiene 21,7% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico, 30% neutralizada con iones de sodio, MFR de 0,9 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg). El MFR del copolímero precursor de etileno ácido metacrílico, antes de la neutralización era 23 g/10 min (a 190°C, 2,16 kg).

Proceso de laminado:

Las resinas de ionómeros se alimentaron en extrusores de Killion de 25 mm de diámetro usando el perfil de temperatura presentada en la Tabla 1. Las resinas se moldearon por extrusión en láminas de polímero.

50

Tabla 1

Zona extrusora	Temperatura (°C)
Alimentación	Ambiente
Zona 1	100-170
Zona 2	150-210
Zona 3	170-230
Adaptador	170-230
Boquilla	170-230

5 La producción de polímero se controló ajustando la velocidad del husillo a la producción máxima. El extrusor alimentaba una boquilla ranurada de 150 mm con un hueco nominal de 2 mm. La lámina colada se alimentó sobre un cilindro enfriador cromado pulido de 200 mm de diámetro mantenido a una temperatura de entre 10°C y 15°C que rota a 1 a 2 rpm. Las láminas de espesor de 0,76 mm (0,030 pulgadas) nominalmente se eliminaron después y se cortaron en cuadros de 300x300 mm.

Proceso de laminado 1 para laminados de vidrio:

10 Las láminas de vidrio recocido (100x100x3 mm) se lavaron con una disolución de fosfato trisódico (5 g/l) en agua desionizada a 50°C durante 5 min, luego se enjuagaron cuidadosamente con agua desionizada y se secaron. Se apilaron tres capas de cada lámina de ionómero respectivo (aproximadamente 0,76 mm de espesor cada una) y se pusieron entre dos hojas de láminas de vidrio (para dar un espesor intercapa de 2,28 mm). El nivel de humedad de las láminas de ionómero se mantuvo por debajo de 0,06% en peso minimizando el tiempo de contacto con el entorno de la sala (~35% de HR). El montaje de pre-laminado se pegó entonces con cinta de poliéster en varias posiciones para mantener la posición relativa de cada capa con las hojas de vidrio. Una tira de tela de nailon se puso alrededor de la periferia del montaje para facilitar la eliminación del aire de dentro de las capas. El montaje se puso dentro de una bolsa de vacío de nailon, se selló y después se hizo una conexión a una bomba de vacío. Se aplicó vacío para permitir la eliminación sustancial de aire de dentro del montaje embolsado (la presión del aire dentro de la bolsa se redujo a por debajo de 50 milibares (5 kPa) absolutos). El montaje embolsado se calentó después en un horno de aire de convección a 120°C y se mantuvo a estas condiciones durante 30 min. Un ventilador de enfriamiento se usó entonces para enfriar el montaje a temperatura casi ambiente, después de lo cual la fuente de vacío se desconectó y la bolsa se quitó, dando un montaje completamente pre-prensado de vidrio e intercapa. Aunque herméticamente sellado alrededor de la periferia, varias áreas del montaje no se enlazaron completamente como se indicó por la presencia de burbujas en estas áreas. El montaje se colocó después en un autoclave de aire y la temperatura y la presión se aumentaron de ambiente a 135°C a 13,8 bar (1380 kPa) durante 15 min. Esta temperatura y presión se mantuvo durante 30 min y después la temperatura se disminuyó a 40°C a la velocidad de enfriamiento A de 2,5°C/min o velocidad de enfriamiento B de 0,1°C/min por lo cual la presión se redujo entonces a ambiente durante un periodo de 15 min y los laminados se quitaron del autoclave.

Prueba de porcentaje de turbidez:

30 Los laminados de vidrio se limpiaron cuidadosamente usando limpiador de vidrio Windex® y paños que no suelten pelusa para asegurar que estaban sustancialmente libres de burbujas y otros defectos que interferirían de otra forma con la producción de medidas ópticas válidas. El porcentaje de turbidez de cada laminado se determinó entonces usando un medidor de turbidez Haze-gard Plus (BYK-Gardner, Columbia, MD) de acuerdo con el Estándar Nacional Americano (ANSI Z26.1-1966) "Safety Code for Safety Glazing Materials for Glazing Motor Vehicles Operating on Land Highways".

Proceso de laminación 2 para los módulos de células solares:

40 Las capas de componente del laminado se apilan para formar un montaje de pre-laminación. Para el montaje que contiene una capa de película polimérica como la capa superficial externa, se coloca una lámina de vidrio de cobertura sobre la capa de película. El montaje de pre-laminación se coloca después en un laminador Meier ICOLAM® 10/08 (laminador Meier; Meier Vakuumtechnik GmbH, Bocholt, Alemania). El ciclo de laminación incluye una etapa de evacuación (vacío de 3 en Hg (76 mm de Hg (10,132 kPa))) de 5,5 min y una etapa de prensado (presión de 1000 mbar (100 kPa)) de 5,5 min a una temperatura de 145°C. El laminado resultante se quita entonces del laminador.

Proceso de laminación 3 para módulos de células solares:

45 Las capas componentes del laminado se apilan para formar un montaje de pre-laminación. Para un montaje que contiene una capa de película polimérica como la capa superficial externa, una lámina de vidrio de cobertura se coloca

sobre la capa de película. El montaje de pre-laminación se coloca después en una bolsa de vacío, que se sella y se aplica un vacío para eliminar el aire de la bolsa de vacío. La bolsa se pone en un horno y se calienta a una temperatura de aproximadamente 90°C a aproximadamente 100°C durante 30 min para quitar el aire contenido en el montaje. El montaje se somete entonces a procesamiento en autoclave a 140°C durante 30 min en un autoclave de aire a una presión de 200 psig (14,3 bar (1430 kPa)). El aire se enfría sin la introducción adicional de aire al autoclave. Después de 20 min de enfriamiento y cuando la temperatura del aire alcanza menos de aproximadamente 50°C, el autoclave se airea y la bolsa de vacío que contiene el montaje laminado se saca del autoclave. El laminado resultante se saca entonces de la bolsa de vacío.

Ejemplos comparativos CE1-2 y Ejemplos E1-2

- 10 Las muestras CE1-2 y E1-2 eran laminados de vidrio preparados mediante el proceso de laminación 1, descrito anteriormente. Las láminas intercapa del ionómero usados en cada uno de los laminados se produjeron mediante el proceso de laminado, descrito anteriormente, usando las resinas de ionómero enumeradas en la Tabla 2, posterior. Los laminados de vidrio se sometieron adicionalmente a la prueba de turbidez, usando el método descrito anteriormente. Los resultados se presentan en la Tabla 2.
- 15 Los resultados demuestran que, en general, mientras la velocidad de enfriamiento disminuye, el porcentaje de turbidez aumenta. Los resultados demuestran además que, a niveles de ácido comparables (21,7% en peso) y niveles de neutralización comparables (15%), los laminados de vidrio que comprenden ionómeros de sodio (E1) muestran un menor porcentaje de turbidez en comparación a los laminados de vidrio que comprenden ionómeros de zinc (CE2).

Tabla 2

Muestra núm.	Ionómero	Turbidez (%)	
		Velocidad de enfriamiento A	Velocidad de enfriamiento B
CE1	ION A	31,5	98,3
CE2	ION B	2,2	14,8
E1	ION C	1,5	12,7
E2	ION D	1,1	7,2

20 Ejemplo comparativo CE3 y Ejemplo E3-4

Las muestras CE3 y E3-4 eran laminados de vidrio preparados mediante el proceso de laminación 1, descrito anteriormente. Las láminas intercapa del ionómero usadas en cada uno de los laminados se produjeron mediante el proceso de laminado, descrito anteriormente, usando las resinas de ionómero enumeradas en la Tabla 3, posterior. Los laminados de vidrio se sometieron adicionalmente a la prueba de turbidez, usando el método descrito anteriormente. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Los resultados demuestran que, a niveles de ácido comparables (21,7% en peso) y niveles de mayor neutralización comparables (25-26%), laminados de vidrio que comprenden ionómeros de sodio (E3-4) muestran menores niveles de turbidez cuando se compara con laminados de vidrio que comprenden ionómeros de zinc (CE3).

Tabla 3

Muestra núm.	Ionómero	Turbidez (%)	
		Velocidad de enfriamiento A	Velocidad de enfriamiento B
CE3	ION E	1,4	10,3
E3	ION F	0,9	4,4
E4	ION G	0,8	5,2

Ejemplos comparativos CE4-6 y el Ejemplo 5

Las muestras CE4-6 y E5 eran laminados de vidrio preparados mediante el proceso de laminación 1, descritos anteriormente. Las láminas intercapa de ionómero usadas en cada uno de los laminados se produjeron mediante el proceso de laminado, descrito anteriormente, usando las resinas de ionómero enumeradas en la Tabla 4, posterior.

ES 2 751 084 T3

Los laminados de vidrio se sometieron a la prueba de turbidez, usando el método descrito anteriormente. Los resultados se presentan en la Tabla 4.

- 5 Los resultados demuestran que los laminados de vidrio que comprenden ionómeros de sodio (E5) muestran menores niveles de turbidez en comparación con laminados de vidrio que comprenden ionómeros de zinc (CE4-5). Además, comparando E5 con CE6, se muestra que un mayor nivel de ácido en el ionómero de sodio (21,7% en peso de E5) puede además reducir el nivel de turbidez del mismo.

Tabla 4

Muestra núm.	Ionómero	Turbidez (%)	
		Velocidad de enfriamiento A	Velocidad de enfriamiento B
CE4	ION H	11,6	69,5
CE5	ION I	6,4	27,4
CE6	ION J	1	22,5
E5	ION K	1	3,3

Ejemplos E6-25:

- 10 Los módulos de células solares de 12x12 pulgadas (305x305 mm) descritos en la Tabla 5 se montan y se laminan mediante el Proceso de laminación 2 (Ejemplos E6-15) o el Proceso de Laminación 3 (Ejemplos E16-25). Las capas 1 y 2 constituyen la capa incidente y la capa encapsulante de la lámina frontal, respectivamente, y las capas 4 y 5 constituyen la capa encapsulante de la lámina trasera y la lámina trasera, respectivamente, cuando sea aplicable.

Tabla 5

Muestra núm.	Estructura de laminado de célula solar				
	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5
E6, 16	Vidrio 1	Ionómero 1	Célula solar 1		
E7, 17	Vidrio 2	Ionómero 2	Célula solar 2		
E8, 18			Célula solar 3	Ionómero 4	Vidrio 2
E9, 19	Vidrio 1	Ionómero 5	Célula solar 4	ACR 1	FPF
E10, 20			Célula solar 5	Ionómero 6	Vidrio 2
E11, 21	Vidrio 1	Ionómero 7	Célula solar 4	Ionómero 7	Vidrio 3
E12, 22	Vidrio 1	Ionómero 8	Célula solar 1		
E13, 23			Célula solar 5	Ionómero 1	Vidrio 2
E14, 24			Célula solar 5	Ionómero 8	Vidrio 2
E15, 25	Vidrio 1	Ionómero 8	Célula solar 4	Ionómero 4	FPF

- 15
- ACR 1 es una lámina con relieve de 20 mil (0,51 mm) de espesor derivada de copolímero de etileno ácido metacrílico que contiene 18% en peso de unidades copolimerizadas de ácido metacrílico y que tiene un MFR de 2,5 g/10 min (como se determina de acuerdo con la norma ASTM D1238 a 190°C, 2,16 kg).
- 20
- FPF es una película Tedlar® tratada en la superficie de corona (espesor de 1,5 mil (0,038 mm)) un producto de E.I. du Pont de Nemours and Co., Inc.
 - Vidrio 1 es vidrio Starphire® de la PPG Corporation.
 - Vidrio 2 es una capa de placa de vidrio flotado recocido claro (espesor de 2,5 mm).

ES 2 751 084 T3

- Vidrio 3 en un vidrio de control solar Solex® (espesor de 3,0 mm).
- Ionómero 1 es una lámina con relieve de 60 mil (1,50 mm) de espesor hecha de ION K.
- Ionómero 2 es una lámina con relieve de 20 mil (0,51 mm) de espesor hecha de ION C.
- Ionómero 3 es una lámina con relieve de 35 mil (0,89 mm) de espesor hecha de ION F.
- 5 • Ionómero 4 es una lámina con relieve de 20 mil (0,51 mm) de espesor hecha de ION D.
- Ionómero 5 es una lámina con relieve de 20 mil (0,51 mm) de espesor hecha de ION F.
- Ionómero 6 es una lámina con relieve de 45 mil (1,14 mm) de espesor hecha de ION G.
- Ionómero 7 es una lámina con relieve de 20 mil (0,51 mm) de espesor hecha de ION G.
- Ionómero 8 es una lámina con relieve de 20 mil (0,51 mm) de espesor hecha de ION K.
- 10 • Célula solar 1 es una célula solar de película fina basada en a-Si de 10x10 pulgadas (254x254 mm) con un sustrato de acero inoxidable de 125 µm de espesor (Patente de EE.UU. núm. 6.093.581, Ejemplo 1).
- Célula solar 2 es una célula solar de película fina basada en CIS de 10x10 pulgadas (254x254 mm) (Patente de EE.UU. núm. 6.353.042, columna 6, línea 19).
- 15 • Célula solar 3 es una célula solar de película fina basada en CdTe de 10x10 pulgadas (254x254 mm) (Patente de EE.UU. núm. 6.353.042, columna 6, línea 49).
- Célula solar 4 es una célula solar de silicio hecha a partir de una oblea hecha de EFG policristalino de 10x10 pulgadas (254x254 mm) (Patente de EE.UU. núm. 6.660.930, columna 7, línea 61).
- Célula solar 5 es una célula solar de película fina soportada en una lámina de vidrio de 12x12 pulgadas (305x305 mm) (Patentes de EE.UU. núms. 5.512.107; 5.948.176; 5.994.163; 6.040.521; 6.137.048 y 6.258.620).

REIVINDICACIONES

1. Un módulo de células solares (20) que comprende una capa de células solares (14) y una lámina que comprende al menos una capa de una composición de ionómero de sodio, en donde (a) la capa de células solares (14) se selecciona del grupo que consiste en capas de células solares que comprende una única célula solar y capas de células solares (14) que comprenden una pluralidad de células solares eléctricamente interconectadas; (b) la capa de células solares (14) tiene un lado que recibe la luz y un lado que no recibe la luz; y (c) la composición de ionómero de sodio consiste esencialmente en un ionómero de sodio que es un derivado neutralizado, iónico, de un copolímero precursor de α -olefina ácido carboxílico, en donde 20% a 35% del contenido total de los grupos de ácido carboxílico presentes en copolímero precursor de α -olefina ácido carboxílico se han neutralizado con iones de sodio, y en donde el copolímero precursor de α -olefina ácido carboxílico comprende (i) unidades copolimerizadas de una α -olefina que tiene 2 a 10 carbonos y (ii) 21 a 23% en peso, en base al peso total del copolímero de α -olefina ácido carboxílico, de unidades copolimerizadas de un ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturado que tiene 3 a 8 carbonos, y en donde (i) el copolímero precursor de α -olefina ácido carboxílico tiene un caudal de fusión de 25 g/10 min o menos, como se determina de acuerdo con la norma ASTM D1238 a 190°C, 2,16 kg; y (ii) el ionómero de sodio tiene un caudal de fusión de 5 g/10 min o menos, como se determina de acuerdo con la norma ASTM D1238 a 190°C, 2,16 kg.
2. El módulo de células solares (20) según la reivindicación 1, en donde el ionómero de sodio tiene un módulo de flexión mayor que 40.000 psi (276 MPa), como se determina de acuerdo con la norma ASTM D638.
3. El módulo de células solares (20) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio está en la forma de una monocapa que consiste esencialmente en la composición de ionómero de sodio; o en donde la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio está en la forma de una lámina multicapa y tiene dos o más sub-capas, y en donde al menos una de las sub-capas consiste esencialmente en la composición de ionómero de sodio y cada una de las demás sub-capas presentes en la lámina multicapa comprende al menos un polímero seleccionado del grupo que consiste en copolímeros de ácido, ionómeros, poli(acetatos de etilenvinilo), poli(vinilacetales), poliuretanos, poli(cloruros de vinilo), polietilenos, elastómeros en bloque de poliolefina, copolímeros de una α -olefina y un ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturado, elastómeros de silicona, resinas epoxi y combinaciones de dos o más de los mismos; o En donde la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio tiene un espesor total de 0,25 a 1,5 mm; o En donde la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio está directamente laminada a la capa de células solares.
4. El módulo de células solares (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende una capa encapsulante frontal (12) laminada al lado que recibe la luz de la capa de células solares y una capa encapsulante trasera (16) laminada al lado que no recibe la luz de la capa de células solares (14), en donde una de las capas encapsulantes frontal y trasera es la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio enumerada en la reivindicación 1 y la otra de las capas encapsulantes frontal y trasera comprende un material polimérico seleccionado del grupo que consiste en copolímeros de una α -olefina y unos ácidos carboxílicos α,β -etilénicamente insaturados, ionómeros de copolímeros de una α -olefina y un ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturado, poli(acetatos de etilenvinilo), poli(vinilacetales), poliuretanos, poli(cloruros de vinilo), polietilenos, elastómeros en bloque de poliolefina, copolímeros de una α -olefina y un ácido carboxílico α,β -etilénicamente insaturado, elastómeros de silicona, resinas epoxi, y combinaciones de los mismos.
5. El módulo de células solares según la reivindicación 4, que comprende dos de las láminas que comprenden la composición de ionómero de sodio enumerada en la reivindicación 1, en donde cada una de las capas encapsulantes frontal y trasera es una de las dos láminas que comprenden el ionómero de sodio.
6. El módulo de células solares (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además una capa incidente (10), en donde la capa incidente es una capa superficial más externa del módulo y está situada en el lado que recibe la luz de la capa de células solares; o que comprende además una capa de soporte, en donde la capa de soporte es una capa superficial más externa del módulo y está situada en el lado que no recibe la luz de la capa de células solares.
7. El módulo de células solares (20) según la reivindicación 6, en donde la capa incidente (10) se selecciona del grupo que consiste en (i) láminas de vidrio, (ii) láminas poliméricas que comprenden un polímero seleccionado del grupo que consiste en policarbonatos, acrílicos, poliacrilatos, poliolefinas cíclicas, poliestirenos, poliamidas, poliésteres, fluoropolímeros, y combinaciones de dos o más de los mismos, y (iii) películas poliméricas que comprenden un polímero seleccionado del grupo que consiste en poliésteres, policarbonato, poliolefinas, polímeros de norborneno, poliestireno, copolímeros de estireno-acrilato, copolímeros de acrilonitrilo-estireno, polisulfonas, náilonos, poliuretanos, acrílicos, acetatos de celulosa, celofán, poli(cloruros de vinilo), fluoropolímeros, y combinaciones de dos o más de los mismos; o en donde la capa de soporte se selecciona del grupo que consiste en (i) láminas de vidrio, (ii) láminas poliméricas, (iii) películas poliméricas, (iv) láminas metálicas, y (v) placas cerámicas, y en donde las láminas

- poliméricas comprenden un polímero seleccionado del grupo que consiste en policarbonatos, acrílicos, poliacrilatos, poliolefinas cíclicas, poliestirenos, poliamidas, poliésteres, fluoropolímeros y combinaciones de dos o más de los mismos; y las películas poliméricas comprenden un polímero seleccionado del grupo que consiste en poliésteres, policarbonatos, poliolefinas, polímeros de norborneno, poliestirenos, copolímeros de estireno-acrilato, copolímeros de acrilonitrilo-estireno, polisulfonas, náilones, poliuretanos, acrílicos, acetatos de celulosa, celofanes, poli(cloruros de vinilo), fluoropolímeros y combinaciones de dos o más de los mismos.
- 5 8. El módulo de células solares (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde las células solares son células solares basadas en obleas seleccionadas del grupo que consiste en células solares basadas en silicio cristalino (c-Si) y silicio multi-cristalino (mc-Si).
- 10 9. El módulo de células solares (20) según la reivindicación 8, que consiste esencialmente en, en orden de posición, (i) una capa incidente (10), (ii) una capa encapsulante frontal (12) laminada al lado que recibe la luz de la capa de células solares, (iii) la capa de células solares (14), (iv) una capa encapsulante trasera (16) laminada al lado que no recibe la luz de la capa de células solares, y (v) una capa de soporte (18), en donde una de las capas encapsulantes frontal y trasera es la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio enumerada en la reivindicación 1;
- 15 y/o
- Que comprende dos láminas, comprendiendo cada lámina la composición de ionómero de sodio enumerado en la reivindicación 1, en donde cada una de las capas encapsulantes frontal y trasera comprende una de las dos láminas que comprenden la composición de ionómero de sodio.
- 20 10. El módulo de células solares (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde las células solares son células solares de película fina seleccionadas del grupo que consiste en células solares basadas en silicio amorfo (a-Si), silicio microcristalino ($\mu\text{c-Si}$), telururo de cadmio (CdTe), seleniuro de cobre e indio (CIS), diseleniuro de cobre e indio/galio (CIGS), tintes que absorben luz y semiconductores orgánicos.
- 25 11. El módulo de células solares (30) según la reivindicación 10, que consiste esencialmente en, en orden de posición, (i) una capa incidente (10), (ii) una capa encapsulante frontal (12) que comprende la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio enumerada en la reivindicación 1, y (iii) la capa de células solares (14a), en donde la capa de células solares (14a) comprende además un sustrato (26) sobre el que las células solares de película fina se depositan y el sustrato se coloca de manera que el sustrato es una superficie más externa del módulo y se coloca en el lado que no recibe la luz de la capa de células solares; o
- 30 que consiste esencialmente en, en orden de posición (i) la capa de células solares (14a), (ii) una capa encapsulante trasera (16) que comprende la lámina que comprende la composición de ionómero de sodio enumerada en la reivindicación 1, y (iii) una capa de soporte (18), en donde la capa de células solares (14a) comprende además un superestrato (24) sobre el que se depositan las células solares de película fina (22) y el superestrato se coloca de manera que el superestrato es una superficie más externa del módulo en el lado que recibe la luz de la capa de células solares.
- 35 12. Un proceso para preparar un módulo de células solares, que comprende: (i) proporcionar un montaje que comprende todas las capas componentes enumeradas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 y (ii) laminar el montaje para formar el módulo de células solares.
13. El proceso según la reivindicación 12, en donde la etapa de laminado se realiza sometiendo al montaje a calor, y opcionalmente en donde la etapa de laminado comprende además someter al montaje a vacío o presión.

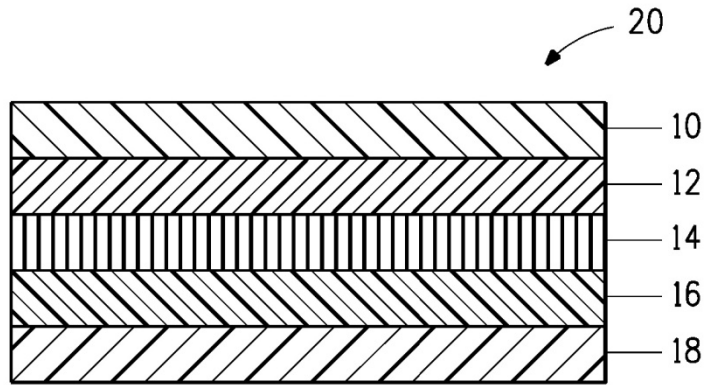


FIG. 1

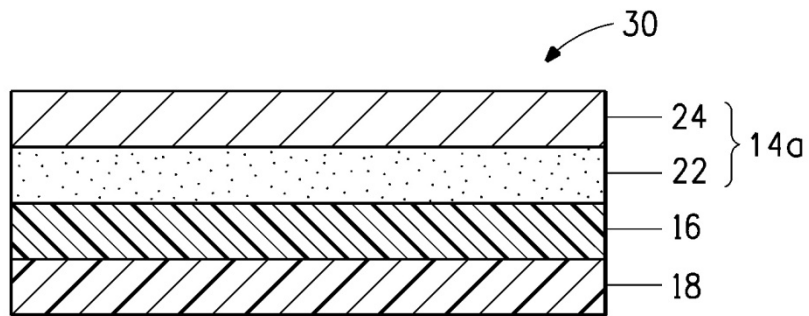


FIG. 2

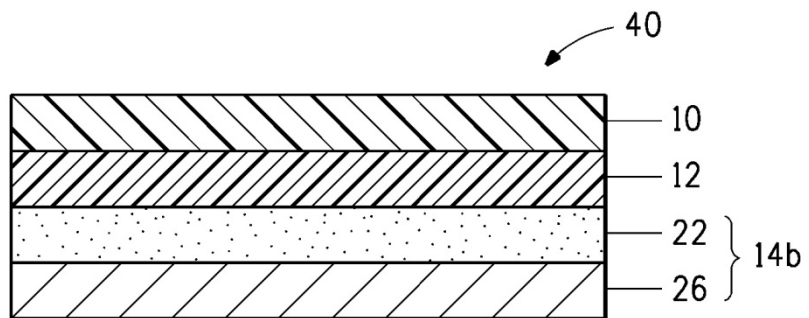


FIG. 3