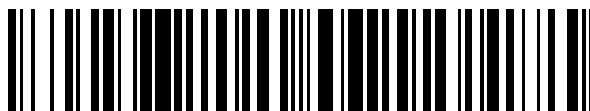


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 806**

51 Int. Cl.:

C08J 5/18 (2006.01)

H01L 31/048 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2010** **E 10792815 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015** **EP 2627695**

54 Título: **Un proceso para recocer película de polímero de encapsulación fotovoltaica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
16.02.2016

73 Titular/es:

NOVOPOLYMERS N.V. (100.0%)
Rijksweg 8A
2870 Puurs, BE

72 Inventor/es:

DECLERCK, JOHAN WILLY

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 559 806 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

Un proceso para recocer película de polímero de encapsulación fotovoltaica

- 5 La invención actual se relaciona con un proceso para recocer película de encapsulación de polímero fotovoltaico, que comprende moléculas de polímero sustancialmente orientadas a lo largo de una dirección de máquina, de acuerdo con el preámbulo de la primera reivindicación.

10 Los polímeros, convertidos en películas por medio de tecnología de extrusión de polímero convencional, en índices de alto rendimiento (>5-7 m/min) y en calibre fino (por ejemplo 500 micras o menos), tienen un alto nivel de orientación a lo largo de una dirección de máquina, es la dirección de extrusión de la película fuera de la máquina. Una de las consecuencias de este alto nivel de orientación tiene alta contracción cuando dicha película se calienta hasta por encima de su temperatura de fusión. Especialmente para la película de encapsulación de polímero fotovoltaico cuando las disposiciones de celdas solares se encapsulan en módulos fotovoltaicos con dicha película, este es un problema. La contracción puede provocar daño a las celdas solares frágiles y/o puede resultar en falta del material en los bordes o en los módulos. Se ha encontrado que una etapa de recocido separada antes de la etapa de laminación en donde tiene lugar la encapsulación mediante por ejemplo un proceso de laminación de vacío en donde la película se calienta hasta fusión y también se puede calentar adicionalmente para permitir el curado o entrecruzamiento de la matriz de polímero, que permite relajar la película y por lo tanto reducir significativamente la contracción en el punto de laminación. Una película de encapsulación de polímero fotovoltaico recocida con contracción reducida está presente en el mercado, bajo el nombre comercial PHOTOCAP, fabricado por STR. La información acerca del proceso para obtener esta película sin embargo no se ha descrito para el público. Sin embargo, esta película fabricada por STR se vende unida a papel con silicona y si se retira el papel con silicona, una impresión microscópica del papel es visible en la película. Debido a la presencia de este papel con silicona, se observa una transferencia de silicona del papel a la película, que no se desea. Más aún, la presencia del papel con silicona provoca un coste adicional de material y una etapa de proceso adicional, es decir el retiro del papel, se debe realizar cuando se aplica la película en un módulo fotovoltaico.

30 Aunque la orientación y tensión de las moléculas de polímero se puede reducir a un grado limitado, por ejemplo mediante extrusión de baja velocidad, enfriamiento lento de la película extrudida y extensión limitada de la cortina fundida después de extrusión, mediante procesamiento inteligente durante extrusión convencional, esta solución viene en el coste considerable de disminuir el proceso de producción. Sin los medios apropiados para recocer la película después de extrusión, la velocidad de extrusión se limita a 100 hasta 250 kg para una película del copolímero EVA alto en acetato de vinilo de aproximadamente 500 micras de grosor y 1000 mm de ancho. La tensión resultante y por lo tanto contracción de este tipo de película es alta.

Es un objeto de la presente invención para proporcionar un proceso para recocer película de encapsulación de polímero fotovoltaico en la que la contracción de la película se reduzca.

- 40 Dicho proceso para el recocido de una película de encapsulación de polímero fotovoltaico, que comprende las etapas de

- producir una película de encapsulación de polímero fotovoltaico hecha de una poliolefina funcionalizada del tipo de vinilacetato de etileno mediante extrusión a lo largo de una dirección de extrusión, la película comprende moléculas de polímero orientadas a lo largo de la dirección de máquina a lo largo de la dirección de extrusión y

50 - recocer la película de encapsulación de polímero fotovoltaico obtenida de esta forma al cargar la película en la forma de una lámina continua sobre una superficie de respaldo de medios de soporte y en donde un fluido está comprendido entre la película y la superficie de respaldo y calentar la película mediante calentamiento infrarrojo a una temperatura de relajación para aumentar la isotropía de las moléculas de polímero de tal manera que la película es por lo menos se recuece parcialmente, y en donde la superficie de los medios de soporte tiene una aspereza Rz entre 50 y 120 micras, en donde Rz representa la aspereza de diez puntos del perfil de aspereza 2D determinada de acuerdo con ISO 4287:1997, y en donde la superficie de los medios de soporte tiene una aspereza Ra entre 5 y 50 micras, en donde Ra representa la aspereza aritmética del perfil de aspereza determinada de acuerdo con ISO 4287:1997.

60 En realizaciones más preferidas de acuerdo con la invención, la superficie áspera está hecha de metal, tal como por ejemplo acero, acero inoxidable, cerámica, cobre, aluminio etc. Las superficies de metal son en general muy durables y no reaccionan con los polímeros en los rangos de temperatura pertinentes para relajación de película de polímero. Adicionalmente, existe una amplia variedad de técnicas de aspereza de la superficie, para aplicar una aspereza particular a la superficie, especialmente una superficie de metal.

65 En realizaciones preferidas de acuerdo con la invención, los medios de respaldo comprenden, preferiblemente por lo menos un rodillo con la superficie áspera como la superficie cilíndrica externa. Un rodillo con la superficie áspera como la superficie cilíndrica externa no solo proporciona una superficie para mantener la película, también ofrece la posibilidad de transportar la dificultad de manipular, calentar, la película suave pegajosa, de una estación de proceso

a la otra, al hacer girar el rodillo alrededor de su eje longitudinal, como parte de un proceso de producción continuo y automático.

En realizaciones preferidas de acuerdo con la invención, la película comprende moléculas funcionales y la temperatura de relajación está por debajo de la temperatura de descomposición térmica de las moléculas funcionales. Las moléculas funcionales son por ejemplo moléculas de curado, tales como por ejemplo peróxidos orgánicos, necesarios para el proceso de curado o moléculas cebadoras, tal como por ejemplo silanos, para aumentar la adhesión de la película a una superficie de vidrio, por ejemplo en un módulo fotovoltaico.

En la realización preferida de acuerdo con la invención, la temperatura de relajación está por lo menos por encima del punto de suavizado vicat, y más preferiblemente por encima del punto de fusión. La temperatura de relajación se mantiene por encima del punto de suavizado vicat, y más preferiblemente por encima del punto de fusión con el propósito de obtener una relajación más rápida de la película de polímero y reduciendo el tiempo del proceso de recocido general. El resultado es un aumento en el rendimiento de la película de polímero recocida y un riesgo reducido que las reacciones químicas indeseadas ocurren mientras se mantiene la estabilidad química del polímero, con el propósito de no alterar las propiedades químicas, termodinámicas, mecánicas y ópticas de las películas de polímero.

En realizaciones preferidas de acuerdo con la invención, durante recocer, la película de encapsulación de polímero fotovoltaico, en la forma de una lámina continua, se carga sobre los medios de respaldo por medios de accionamiento, preferiblemente a una velocidad de 8 m/min o mayor de la película de encapsulación de polímero fotovoltaico. La ventaja de un proceso para recocer una lámina continua de película de polímero a velocidad de alto rendimiento es tal que dicho proceso de recocido es adecuado para ser suministro con una película de polímero recocida mediante máquina de extrusión de alta capacidad de producción, para producir una lámina continua película de encapsulación de polímero fotovoltaico, especialmente cuando el recocido se lleva a cabo en la superficie cilíndrica externa de un rodillo. Preferiblemente, la carga de la película sobre los medios de respaldo mediante los medios de accionamiento es tal para evitar la reorientación de las moléculas de polímero, es decir perder isotropía. Más preferiblemente, la reorientación de las moléculas de polímero, es decir pérdida de isotropía, se evita en cualquier tratamiento posterior de la película, por ejemplo durante transporte adicional de la película mediante los medios de accionamiento después de recocer la película. Por ejemplo, esto se puede lograr al evitar la tensión en la película durante transporte de la película mediante los medios de accionamiento.

En realizaciones preferidas de acuerdo con la invención, después de recocer, la película se cura en una etapa separada, preferiblemente después de recocer la película y más preferiblemente después de enfriar la película a temperatura ambiente tal como para formar un elemento medio fabricado. El curado de la película de polímero endurece y fortalece la película y congela dimensionalmente la película y los componentes que se encapsulan por la película. Esto crea un material elástico (caucho) que no se puede fundir más después de encapsulación.

En la realización preferida de acuerdo con la invención, los medios de calentamiento comprenden elementos de calentamiento infrarrojo. Los elementos de calentamiento infrarrojo permiten un calentamiento rápido y uniforme de la película de polímero. Una ventaja adicional de los elementos de calentamiento infrarrojo es su tiempo de respuesta rápida a la unidad de control de accionamiento. La posibilidad de aumentar/reducir rápidamente el accionamiento permite control de temperatura y calentamiento más exacto. Especialmente cuando el recocido se lleva a cabo sobre la superficie cilíndrica externa de un rodillo y los elementos de calentamiento infrarrojo se ponen radialmente a lo largo de la superficie externa del rodillo, se puede lograr control de temperatura más exacto, ajustado para la velocidad rotacional del rodillo.

En realizaciones preferidas de acuerdo con la invención, la película de polímero se hace de un material de elastómero termoplástico tal como pero no limitado a polivinilbutil (PVB), estireno-etileno-butileno-estireno (SEBS), estireno-etileno-propileno-estireno (SEPS), copolímero de polimetilmetacrilato-acrilato, polietileno metaloceno, poliuretanos termoplásticos, y otros cauchos termoplásticos, poliolefinas o poliolefinas funcionalizadas. Estos materiales, solos o en combinación se han seleccionado con el propósito de obtener películas con propiedades específicas, tal como buenas propiedades ópticas, elasticidad, propiedades de barrera, etc. El polímero es transparente, tiene una absorción adecuada y reflexión de luz y exhibe propiedades adhesivas y elásticas.

En realizaciones preferidas de acuerdo con la invención, la película de polímero está hecha de una poliolefina funcionalizada del tipo vinilacetato de etileno (EVA). Determinados grados EVA son muy transparentes, elásticos, y pueden tener un índice de flujo de alta fusión y una baja temperatura de fusión y baja expansión térmica, haciéndola particularmente adecuada para encapsular dispositivos fotovoltaicos.

En realizaciones preferidas de acuerdo con la invención, el EVA tiene una concentración de acetato de vinilo entre 28% y 40%. EVA con una concentración de acetato de vinilo entre 28% y 40% tiene transparencia mejorada sobre el monopolímero de etileno mientras mantiene la temperatura de fusión relativamente baja.

La invención también se relaciona con un proceso para producir una película de encapsulación de polímero fotovoltaico recocida, que comprende las etapas de producir la película de encapsulación de polímero fotovoltaico

mediante extrusión a lo largo de una dirección de extrusión, la película comprende moléculas de polímero sustancialmente orientadas a lo largo de una dirección de máquina a lo largo de la dirección de extrusión y recocer la película de encapsulación de polímero fotovoltaico obtenida de esta forma mediante uno de los procesos descritos anteriormente.

5 La invención también se relaciona con un proceso para ensamblar disposiciones de celdas solares en módulos fotovoltaicos al encapsular las disposiciones de celda solar con una película de encapsulación fotovoltaica recocida obtenida en el proceso de acuerdo con la invención.

10 El inventor ha encontrado que, cuando se encapsulan las disposiciones de celda solar con una película de encapsulación fotovoltaica recocida de acuerdo con la invención en módulos fotovoltaicos, no ejerce tensión de contracción sustancial se ejerce en las celdas solares durante la fase de fusión, antes del inicio de la cura del polímero. Por lo tanto, la baja contracción evita que las celdas se muevan durante el ensamble, preferiblemente mediante un proceso de laminación de vacío de lecho plano, y evita deformación y/o tensión en las celdas y cintas y por lo tanto evita grietas y por consiguiente falla costosa durante uso.

La invención también se relaciona con un módulo fotovoltaico que comprende la película de encapsulación de polímero fotovoltaico obtenida mediante el proceso de acuerdo con la invención.

20 La invención también se relaciona con un aparato, específicamente diseñado para llevar cabo el proceso de acuerdo con la invención.

25 Otros detalles y ventajas del proceso para recocer una película de encapsulación de polímero fotovoltaico, el proceso para producir una película de encapsulación de polímero fotovoltaico recocida, la película de encapsulación fotovoltaica obtenida mediante este proceso, el proceso para ensamblar las disposiciones de celda solar en módulos fotovoltaicos al encapsular las disposiciones de celda solar con una película de encapsulación fotovoltaica recocida y el módulo fotovoltaico obtenido mediante este proceso de acuerdo con la invención serán evidentes a partir de las figuras adjuntas y la descripción de las realizaciones preferidas de la invención.

30 La Figura 1 muestra una visión general de una construcción de una pila de módulos fotovoltaicos, de acuerdo con la invención actual;

La Figura 2 muestra una representación esquemática de moléculas de polímero en una película de encapsulación fotovoltaica, antes de recocer (a) y después de recocer (b).

35 La Figura 3 muestra una representación esquemática del proceso de acuerdo con la invención actual.

La Figura 4 muestra una representación esquemática de otra realización del proceso de acuerdo con la presente invención.

40 La Figura 5 muestra una sección transversal de una película de encapsulación de polímero, se soporta en una superficie áspera, de acuerdo con una realización preferida de la invención actual.

La Figura 6 muestra una visión general de la superficie áspera de acuerdo con la Figura 5.

45 En los dibujos un mismo número de referencia se ha asignado a un mismo elemento o elemento análogo.

50 Las disposiciones de celdas solares, por ejemplo disposiciones 4 de celdas solares de silicón cristalina, por ejemplo, se ensamblan en módulos 1 fotovoltaicos, al conectar una serie de celdas solares por medio de tiras 5 de metal (cintas). Las celdas 4 solares se encapsulan normalmente con una película 3 de encapsulación de polímero fotovoltaico. La Figura 1 muestra un ejemplo de una posible encapsulación de un módulo 1 fotovoltaico, que comprende una capa 2 de vidrio rígido (1 a 5 mm, preferiblemente 2 a 4 mm), una primera capa de película 3 de encapsulación de polímero fotovoltaico, 300 a 600 micrómetros, preferiblemente 400 a 500 micrómetros de grueso, la disposición 4 de celda solar, conectada por cintas 5, una segunda capa de película 3 de encapsulación de polímero fotovoltaico, usualmente de un grosor igual como la primera capa y una lámina 6 de respaldo con base en polímero aislada eléctricamente.

60 La película 3 de encapsulación de polímero fotovoltaico rodea las celdas 4 solares y la cinta en el módulo 1 fotovoltaico. El módulo 1 se sella herméticamente desde la parte externa al producir un vacío para retirar todos los gases entre las interfaces y luego al calentar la película 3 de encapsulación, por medio de por ejemplo un laminador de lecho plano, y la película 3 de encapsulación se calienta posteriormente a una temperatura solo por encima de su punto de suavizado vicat o solo por encima de su punto de fusión y a una temperatura para permitir el entrecruzamiento del polímero en una red tridimensional.

65 Un polímero típico puede ser un copolímero de acetato de vinilo y etileno de alto % de acetato de vinilo, con un punto de fusión de por ejemplo 61 hasta 75° C, que contiene por ejemplo peróxidos orgánicos de la familia de por

ejemplo la clase dialquilo de peróxidos, el tipo de monoperoxi-carbonato de peróxidos o el tipo peroxicetal de peróxidos o combinaciones de los mismos. Todos los peróxidos tienen un perfil de temperatura de descomposición térmica diferente, que resulta, para una temperatura dada, en una velocidad de curado diferente. Las temperaturas normalmente aplicadas a la cura de dichos copolímeros con dichos peróxidos están en el rango de 140 hasta 160°C.

El curado final se logra cuando se forma una red tridimensional, que no se puede disolver por un solvente tal como tolueno o xileno en una prueba de extracción. Este estado también se conoce como caucho. La película de encapsulación de polímero 3 no se puede fundir más y el módulo 1 se cierra herméticamente.

El curado con la ayuda de moléculas de curado sin embargo no es crítico para la invención y el curado de la película también se puede obtener utilizando por ejemplo radiación UV. Luego para curar las moléculas, la película también puede comprender otras moléculas, tales como moléculas cebadoras, rellenos, estabilizantes o antioxidantes.

La película de encapsulación curada dejará el módulo 1 por ejemplo hace frente con tensiones mecánicas y de impacto tales como expansiones debido al calor, sin dañar el módulo (es decir craqueo de células, desconexión de cintas, y cualquier otra forma que debe interrumpir el módulo) y proteger el módulo 1 de ingreso de humedad.

La película 3 de encapsulación de polímero fotovoltaico de acuerdo con la presente invención tiene un índice de contracción muy bajo y evita el daño de tensión por contracción para las celdas 4 solares frágiles.

Dicha película 3 de encapsulación de polímero fotovoltaico se obtiene mediante un proceso de recocido, de acuerdo con la presente invención.

En general, se puede utilizar cualquier polímero transparente elástico para producir la película de encapsulación de polímero fotovoltaico, preferiblemente un material de elastómero termoplástico tal como pero no limitado a polivinilbutiral (PVB), estireno-etileno-butileno-estireno (SEBS), estireno-etileno-propileno-estireno (SEPS), copolímero de polimetilmetacrilato-acrilato, polietileno metaloceno, poliuretanos termoplásticos, y otros cauchos termoplásticos, poliolefinas o poliolefinas funcionalizadas. Particularmente son adecuadas las poliolefinas funcionalizadas del tipo de vinilacetato de etileno (EVA), especialmente EVA con una concentración de acetato de vinilo entre 28% y 40%. Ejemplos de dichos tipos de materiales disponibles en el mercado son por ejemplo ELVAX® PV1400.EVATANE® 33-45 PV o, Escorene™ UL04331 EL producidos por DuPont, Arkema y ExxonMobile.

Un polímero altamente elástico se puede convertir en una película, por ejemplo por medio de un proceso de extrusión de polímero convencional a lo largo de una dirección de máquina. Ejemplos de dichos procesos de extrusión son por ejemplo extrusión por fundido, gofrado fundido, calandrado. Cuando dichas películas 3 se hacen en índices de alto rendimiento (por ejemplo >5-7 m/min) a un calibre delgado de 500 micras o menos, dichas películas 3 normalmente tendrán un alto nivel de orientación de moléculas de polímero de la película en la dirección de máquina. La dirección de máquina es la dirección paralela al movimiento delantero de la película de polímero que resulta del proceso de extrusión realizado por un extrusor. En el proceso de extrusión el polímero altamente viscoso por ejemplo se fuerza a fluir a través de canales angostos y/o a través de un espacio de boquilla angosta (por ejemplo 100-700 micras) en altas presiones (por ejemplo 60-300 bar), que resulta en un alto nivel de orientación y la tensión de las moléculas de polímero en la dirección de máquina dependiendo de las tensiones y relaciones de estiramiento a las que el polímero es sometido durante fabricación y a la temperatura del polímero en el punto de salida de la boquilla.

La Figura 2 por ejemplo muestra una representación esquemática de (a) las moléculas de polímero bajo tensiones en la película 3 y (b) moléculas de polímero sometidas a menos tensión. Recocer la película 3 de acuerdo con el proceso proporcionado por la presente invención reduce rápida y significativamente la contracción como se describió anteriormente y permite transformar una película como se muestra en (a) en una película como se muestra en (b). En el ejemplo específico mostrado, las moléculas de polímero de la película tienen una forma longitudinal antes de recocer la película y reorientar a una así llamada configuración de bobina aleatoria mostrada en 2(b).

El proceso de recocido de acuerdo con la invención tiene lugar en una unidad 7 de recocido. La unidad 7 de recocido por ejemplo comprende medios 10 de accionamiento, para transportar la película de polímero a través de la unidad 7 de recocido, medios 8 de calentamiento para calentar la película de polímero a una temperatura de relajación, una superficie de respaldo de medios 12 de respaldo en los que la película se calienta y opcionalmente medios 11 de enfriamiento mediante los cuales se enfría la película de polímero. La Figura 3 y la Figura 4 muestran dos realizaciones preferidas diferentes de una unidad 7 de recocido en la que puede tener lugar un proceso de recocido de acuerdo con la invención. Los medios 10 de accionamiento en estas realizaciones particulares son uno o más rodillos o cintas transportadores pero también pueden ser combinaciones de ambos, los medios 8 de calentamiento son por ejemplo calentadores infrarrojos, la superficie 12 de respaldo es por ejemplo una superficie áspera y los medios 11 de enfriamiento por ejemplo rodillo de enfriamiento convencional. Los diferentes elementos que comprenden la unidad 7 de recocido se discuten adelante.

Después de la etapa de extrusión la película de polímero se calienta con medios de calentamiento a una temperatura de relajación de tal manera que la película por lo menos se reconoce parcialmente. El calentamiento de la película 3 de polímero se puede lograr mediante cualesquiera medios de calentamiento conocidos por el experto

en la técnica tal como por ejemplo al conducir un líquido de calentamiento a lo largo de la superficie 12 de respaldo, por ejemplo al conducir agua caliente a lo largo de la superficie de respaldo. El calentamiento se hace preferiblemente mediante elementos 8 de calentamiento infrarrojo. Los calentadores 8 infrarrojos por ejemplo pueden estar ondas cerca del infrarrojo, ondas en medio del infrarrojo, ondas lejos del infrarrojo. La elección de la longitud de onda del infrarrojo y el tipo de generador dependerá del material que necesita ser calentado. Los materiales absorben una fracción de las ondas infrarrojas, refleja una fracción en la superficie y permite que una radiación pase a través de estos. Al seleccionar emisores con espectro adecuado, la posible fracción más grande de radiación se absorbe por el material y se convierte en calor. Una ventaja adicional de los calentadores 8 infrarrojos es el tiempo de respuesta de encendido y apagado rápido (los emisores de elección para esta aplicación por ejemplo se pueden apagar o encender en 1 a 2 segundos). Es posible adicionalmente para aumentar/reducir la potencia mediante unidades de control de potencia simples y pirómetros después de los elementos de calentamiento, permitiendo control de temperatura y calentamiento muy exacto y permitiendo correr a velocidad variable. Los calentadores infrarrojos se pueden disponer en formas diferentes dependiendo de la realización de la unidad 7 de recocido, como se muestra en las figuras 3 y 4. Por ejemplo, cuando se lleva a cabo el recocido sobre la superficie cilíndrica externa de un rodillo como se muestra en la Figura 4, los elementos de calentamiento infrarrojos se ponen radialmente a lo largo de la superficie externa del rodillo, cuando se lleva a cabo el recocido en una cinta transportadora como se muestra en la Figura 3, los elementos de calentamiento infrarrojo por ejemplo se ponen justo por encima de la cinta transportadora que lleva la película. La película de encapsulación de polímero 3 por ejemplo se presenta en la unidad 7 de recocido en el punto de entrada de la película, la temperatura de la película se mantiene si la temperatura es suficientemente alta o se eleva por medios de calentamiento, preferiblemente aumentan, normalmente en menos de 5 segundos, a una temperatura de relajación, la temperatura dependiendo del tipo de polímero utilizado.

La película de encapsulación se calienta mediante los medios de calentamiento a una temperatura de relajación para aumentar la isotropía de las moléculas de polímero. La temperatura de relajación está preferiblemente por encima del punto de suavizado vicat. El punto de suavizado vicat se toma como la temperatura en la que el material se penetra a una profundidad de 1 mm mediante una aguja de extremo plano con una sección transversal cuadrada o circular de 1 mm cuadrado. Los estándares para determinar el punto de suavizado vicat incluyen ASTM D 1525 y/o ISO 306, que son enormemente equivalentes. La temperatura de relajación está preferiblemente por debajo de la temperatura de descomposición térmica de las moléculas funcionales, si están presentes en la película, o de las moléculas de polímero. En la temperatura de descomposición térmica las moléculas funcionales tales como las moléculas de curado, por ejemplo peróxidos orgánicos para curado, o las moléculas cebadoras, por ejemplo silanos, para la adhesión de la película a una superficie de vidrio pierden sus propiedades inicialmente especificadas y esto se debe evitar.

La película 3 de polímero elástica se calienta sobre una superficie de respaldo de medios de respaldo que comprende un fluido entre 13 la película y la superficie 12 de respaldo. La película 3 en una realización se soporta en un lecho 13 fluido. Preferiblemente, gas tal como aire, más preferiblemente temperatura de gas controlada tal como aire se utiliza como un fluido para el lecho 13 fluido. Alternativamente, se puede utilizar un lecho 13 fluido de temperatura controlada. Por ejemplo los líquidos se pueden seleccionar de líquidos con un bajo punto de fusión, un punto de ignición suficientemente alto y un bajo punto de fusión, que es suficientemente bajo para que se lleve a cabo el líquido que está en estado líquido a la temperatura en la que se recuece la película de polímero, dependiendo del material de la película 3 de polímero que se va a recocer. Dichos líquidos son por ejemplo pero no se limitan a hidrocarburos saturados tales como octano, nonano, decano, undecano, dodecano, eicosano, triacontano, de mezclas de aquellos (por ejemplo cera de parafina). También pueden ser de interés otros líquidos en esta solicitud: estearina u otros tipos de aceite tales como aceite de silicona. Se puede utilizar cada fluido, mientras que se calientan hasta una temperatura objetivo en la que puede ocurrir contracción óptima y no se inducen efectos negativos en la superficie de la película mediante adsorción de líquido a la superficie 3 de la película. La superficie 12 de respaldo en la que película de polímero se calienta puede ser plana o curva.

En una realización preferida, tal como por ejemplo se muestra en las figuras 5 y 6, la superficie 12 de respaldo tiene una superficie áspera para soportar la película 3, preferiblemente una superficie áspera con valores de aspereza Rz que varían de 50 a 120 micras o valores de aspereza Ra que varían de 5 a 50 micras, preferiblemente 5 - 25 micras, más preferiblemente 10 - 25 micras. Los valores Rz y Ra se obtienen mediante Mitutoyo SJ-201 con un corte de 0.8 mm utilizando ISO 4287:1997. La convención de cada parámetro de aspereza en 2D es una R mayúscula seguido por caracteres adicionales en el subíndice. El subíndice identifica la fórmula que se utiliza, y la R significa que la fórmula se aplica a un perfil de aspereza 2D. Ra es el promedio aritmético del perfil de aspereza y Rz es la aspereza de diez puntos. Una sección cruzada esquemática y una visión general de dicha superficie áspera se muestran en las figuras 5 y 6, respectivamente. La película 3 de polímero elástica se soporta en puntos 12 discretos y en combinación con los bolsillos 13 aire entre las elevaciones de la superficie áspera, que actúan como cojines de aire, esta disposición evita que la película se adhiera, se alargue el flujo o cambie dimensionalmente significativamente en las 3 dimensiones durante recocido. La distribución de las elevaciones y depresiones de acuerdo con un patrón aleatorio en la superficie se considera que contribuyen a un aumento adicional de la isotropía de las moléculas de polímero en la película.

La superficie 12 áspera se puede hacer de cualquier material, pero preferiblemente, la superficie áspera se hace de metal. Metal significa cualquier metal y/o sus aleaciones que sea durable, dura, térmicamente suficientemente para ser utilizado en la presente solicitud. De una parte diversos metales y/o sus aleaciones pueden ser de interés que se utilizan como una superficie de respaldo, de otra parte existen diversas técnicas para aplicar una determinada aspereza seleccionada a una superficie. El experto en la técnica es capaz de hacer la combinación correcta de un metal adecuado con una técnica de aspereza adecuada. Las superficies de acero o las superficies de acero inoxidable por ejemplo cumplen con los requerimientos para esta aplicación particular.

La superficie 12 áspera es por ejemplo una superficie plana de cualquier forma. La película de polímero se puede reconocer en la superficie 12 plana como parte de un proceso de recocido continuo o en un proceso de recocido en tanda. La película se puede proporcionar a la superficie plana por medios 10 de accionamiento, o se puede fijar en la superficie plana o se pone sobre la superficie de cualquier otra forma. Los medios 8 de calentamiento se pueden poner por encima de la superficie 12 plana en el lado que soporta la película 3 de polímero, o por debajo de la superficie plana o ambas formas.

Preferiblemente, durante recocido, la película 3 de encapsulación de polímero fotovoltaico, en la forma de una lámina continua, se carga sobre los medios 12 de respaldo por medios 10 de accionamiento.

La Figura 3 muestra una realización en la que película 3 de polímero se soporta en una superficie 12 plana, se monta sobre medios 10 de accionamiento en este caso una cinta 10 transportadora. La cinta 10 transportadora transporta la película 3 de polímero. La película 3 de polímero primero se calienta en la superficie 12 plana por medios 8 de calentamiento a una temperatura de relajación y después que la película se ha recocido, la película se enfría por medios 11 de enfriamiento. Tiempo durante el cual la película 3 de polímero se reconoce, es una función de la velocidad de la cinta 10 transportadora, y se puede seleccionar en función de las propiedades deseadas de la película 3 recocida, como se discute adelante.

La Figura 4 muestra una realización preferida en la que la película 3 de polímero elástica se soporta en los medios 12 de soporte, específicamente un rodillo con una superficie 12 áspera como la superficie cilíndrica externa. El rodillo se puede hacer completo o hueco en la parte interna. Opcionalmente, el rodillo se puede calentar desde adentro por medios de calentamiento. En la realización actual, la película 3 extrudida por ejemplo se transporta en el rodillo con una superficie 12 áspera por medio de una cinta transportadora y/o uno o más rodillos 10 de transporte, como se muestra en la Figura 4. El rodillo puede girar alrededor de su eje longitudinal a una velocidad rotacional suficientemente lenta para que la película 3 sea por lo menos parcialmente recocida pero suficientemente rápida para lograr un nivel suficiente de productividad. La optimización de recocido es una función de la temperatura de relajación y el tiempo durante el cual la película 3 se expone a esta temperatura. Para el mismo porcentaje de contracción, uno puede seleccionar diferentes estrategias: baja temperatura y poco tiempo de recocido o mayor temperatura y tiempo de recocido corto. Preferiblemente, para obtener un alto rendimiento, la película 3 se puede transportar a lo largo de los medios de calentamiento a alta temperatura para el posible tiempo de recocido más corto. Todavía, no se desea muy alta temperatura. A temperaturas altas, la película 3 de polímero se puede volver muy fluida, haciendo el procesamiento automático adicional de la película 3, por ejemplo en rodillos 10, difícil y/o induce curado temprano. Para los materiales y el grosor de la película implicado en esta aplicación particular, se prevé una velocidad lineal de aproximadamente 10 a 15 metros de película 3 de polímero por minuto.

Después de calentar y recocer la película 3 de polímero elástica, la película aún está caliente y se puede enfriar antes de aplicar de nuevo tensión en la dirección de máquina, por ejemplo para manipular la película, al enrollar la película en un rodillo.

La película recocida se puede enfriar en diferentes formas, tales como, pero no limitadas a enfriamiento de la película en un baño frío, enfriando la película al soplar gas frío en la película o enfriando la película en una superficie fría. En una realización preferida la película 3 recocida, blanda se proporciona, preferiblemente, para ser fijada gentilmente en un rodillo 11 de enfriamiento convencional, como se ilustra en las figuras 3 y 4. En o después de esta etapa, se puede aplicar gofrado adicional, para crear determinados patrones funcionales en la superficie de la película.

Un proceso continuo para producir la película 3 recocida de encapsulación de polímero fotovoltaico consiste usualmente de las etapas de convertir un polímero elástico en una película 3 recocida por medio de por ejemplo tecnología de extrusión de polímero, transportando la película 3 en rodillos 10 y/o cintas transportadoras o cualquier medio adecuado a la unidad 7 de recocido, calentar la película 3 soportada por un rodillo cilíndrico con una superficie 12 áspera, enfriando la película 3 por ejemplo en un rodillo 11 de enfriamiento convencional y enrollando la película 3 recocida y enfriada en un rodillo. El tiempo de residencia de la película 3 a una determinada temperatura resultará en un nivel de contracción seleccionado de la película 3. El proceso también es adecuado para procesar láminas en tanda de una película 3 de encapsulación de polímero no recocida, a saber que la película de encapsulación de polímero 3 se puede recocer en línea con el proceso de extrusión o fuera de línea en un rodillo a rodillo separado o rodillo para operación de la lámina. Esto hace posible separar la producción de la película 3 de polímero del recocido de la película 3 de polímero. Por ejemplo película 3 de polímero se puede producir en una ubicación diferente y se suministra para ser recocidas en la forma de una lámina continua o como tandas separadas

de película de polímero. Preferiblemente, la película 3 de encapsulación de polímero se transporta en los rodillos 10 o cintas transportadoras o cualquier combinación adecuada de los mismos. La velocidad de transporte se ajusta preferiblemente para que sea compatible con el proceso de recocido. La película 3 de encapsulación de polímero en una realización preferida se proporciona en la forma de una lámina continua de tal manera que la película recocida se puede producir en una forma económicamente eficiente a una velocidad de alto rendimiento y en un proceso de producción automático.

Ejemplo 1

Una película de aproximadamente 450 micras, hecha de EVA con un porcentaje de concentración VA de 31-33% y un punto de fusión de 61-63 °C, que contiene un agente de curado de peróxido orgánico tiene una tensión original de más 55% de contracción, cuando se mide en una condición de flotación libre antes de relajación, utilizando el método de prueba de baño de agua descrito adelante a 80° C.

En el método de prueba de baño de agua, una pieza de película EVA (100 x 100 mm) se pone en un baño de agua caliente a una temperatura de 80° C. Esta temperatura está por encima de la temperatura de fusión de EVA. A esta temperatura, la película flotará libremente en la superficie de agua. Después de aproximadamente 25 segundos ha ocurrido la contracción. La película se toma del baño utilizando un dispositivo similar a tamiz y se congela (apaga) en un segundo baño a temperatura ambiente. Finalmente, se registran las dimensiones de la película. La contracción se expresa en porcentaje de longitud residual a lo largo de la dirección de máquina con respecto a la longitud original de la película, a saber 100 mm. Por lo tanto una película de baja contracción tiene el porcentaje más alto de longitud residual.

La misma película, procesada en una unidad de recocido a una temperatura elevada de 68 a 69° C durante 39 segundos por ejemplo, resulta en 15% de contracción.

La unidad de recocido en este caso comprende un sistema emisor infrarrojo de onda cercana, que incluye manejo de potencia y un pirómetro para controlar la temperatura y de esta forma calentar la película al dar retroalimentación al dispositivo del manejo de potencia. Simultáneamente, la película se fija al sistema transportador, utilizando una superficie de acero áspera, que tiene una aspereza Rz de -85 a 90 micras, mientras se mantiene el sistema de soporte/transporte a una temperatura elevada utilizando un circuito de agua cerrado con base en el sistema de calentamiento y mantiene el sistema transportador a aproximadamente 68 a 69° C. Aunque la película está en este estado muy pegajoso, no ocurre adhesión a la superficie áspera. La película se puede manejar sobre un dispositivo de enfriamiento que enfría la película a 25° C, sin alargar la película aunque aún a alta temperatura en un estado líquido y blando. El dispositivo de enfriamiento es un rodillo de enfriamiento con base en agua convencional.

Ejemplo 2

La misma película como en el ejemplo 1 se calienta solo a 66° C. Ahora la película es mucho más fácil de manipular y todavía tiene una determinada resistencia de fusión. Para lograr el mismo recocido efectivo (<15 mm de contracción) ahora el tiempo necesario a temperatura elevada es 93 segundos. La influencia de la temperatura a la velocidad de recocido parece ser exponencial.

Ejemplo 3

La misma película como el ejemplo 1 también se recuece durante 39 segundos a solo 66° C. Ahora la contracción es 35 mm.

Ejemplo 4

La misma película como en los ejemplos 1, 2 y 3 se recuece de acuerdo con el método 1 de 68 a 69° C, utilizando un sistema de peróxido orgánico diferente (una combinación de dos ésteres de peróxido orgánicos). Se obtienen los mismos resultados de contracción. La contracción parece ser independiente del tipo de peróxido orgánico.

Reivindicaciones

1. Un proceso para el recocido de una película de encapsulación de polímero fotovoltaico, que comprende las etapas de

5 - producir una película de encapsulación de polímero fotovoltaico hecha de una poliolefina funcionalizada del tipo de vinilacetato de etileno mediante extrusión a lo largo de una dirección de extrusión, la película comprende moléculas de polímero orientadas a lo largo de la dirección de máquina a lo largo de la dirección de extrusión y

10 - recocer la película de encapsulación de polímero fotovoltaico obtenida de esta forma al cargar la película en la forma de una lámina continua sobre una superficie de respaldo de medios de soporte y en donde un fluido está comprendido entre la película y la superficie de respaldo y calentar la película mediante calentamiento infrarrojo a una temperatura de relajación para aumentar la isotropía de las moléculas de polímero de tal manera que la película por lo menos se recuece parcialmente, y en donde la superficie de los medios de soporte tiene una aspereza Rz entre 50 y 120 micras, en donde Rz representa la aspereza de diez puntos del perfil de aspereza 2D determinada de acuerdo con ISO 4287:1997, y en donde la superficie de los medios de soporte tiene una aspereza Ra entre 5 y 50 micras, en donde Ra representa la aspereza aritmética del perfil de aspereza determinada de acuerdo con ISO 4287:1997.

20 2. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1, en donde la superficie áspera está hecha de metal.

25 3. Proceso de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los medios de soporte comprenden un rodillo con la superficie áspera como la superficie cilíndrica externa y en donde el calentamiento infrarrojo se proporciona por elementos de calentamiento infrarrojo puestos radialmente a lo largo de la superficie externa de la superficie cilíndrica.

30 4. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la película comprende moléculas funcionales y la temperatura de relajación está por debajo de la temperatura de descomposición térmica de las moléculas funcionales.

5. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la temperatura de relajación por lo menos está por encima del punto de suavizado vicat.

35 6. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde durante recocido, la película de encapsulación de polímero fotovoltaico, en la forma de una lámina continua, se carga sobre los medios de soporte mediante medios de accionamiento.

40 7. Proceso de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la película de encapsulación de polímero fotovoltaico se carga sobre los medios de soporte a una velocidad de 8 m/min o más.

8. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde el EVA tiene una concentración de acetato de vinilo entre 28% y 40%.

45 9. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde la película de polímero elástica está soportada en un lecho fluido, en donde el gas tal como aire se utiliza como un fluido para el lecho fluido.

50 10. Un proceso para ensamblar disposiciones (4) de celda solar en módulos (1) fotovoltaicos al encapsular las disposiciones (4) de celda solar con una película (3) de encapsulación fotovoltaica, obtenida mediante un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9.

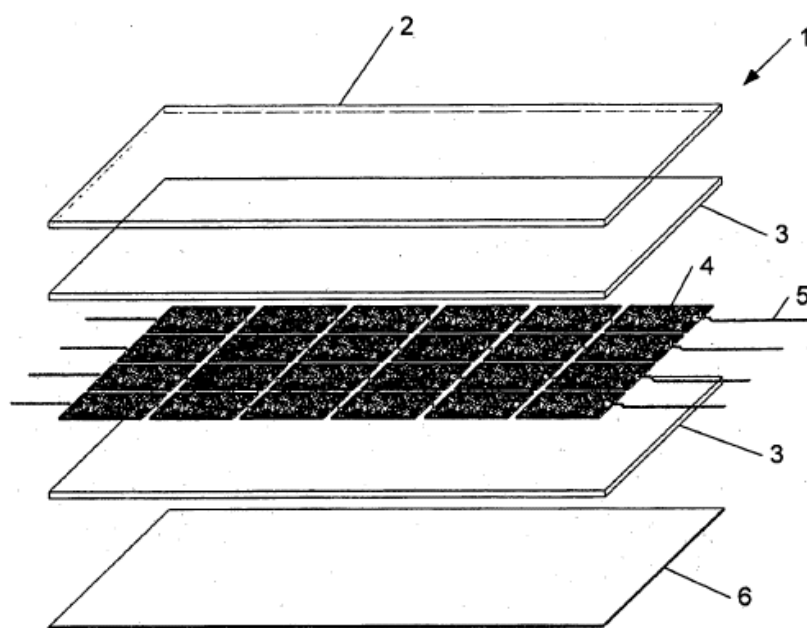


Fig. 1

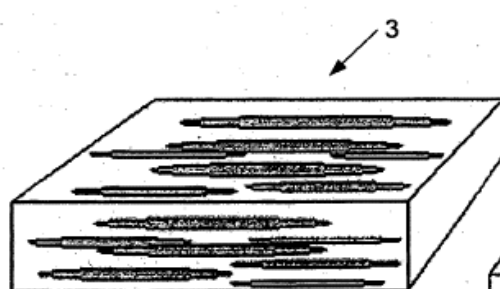


Fig. 2a

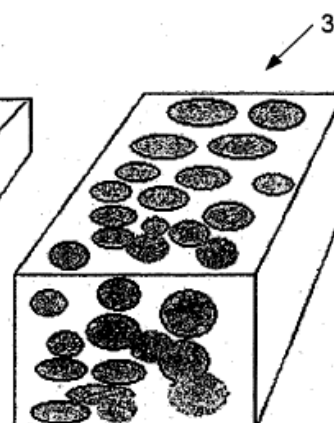


Fig. 2b

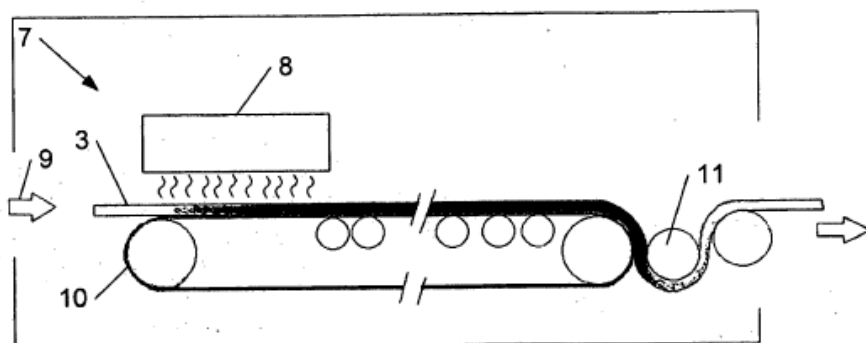


Fig. 3

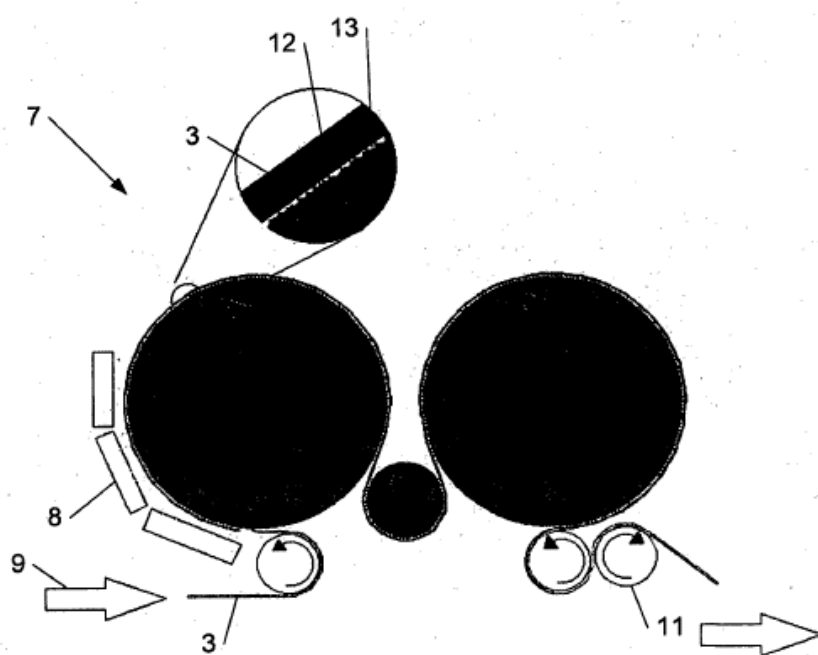


Fig. 4

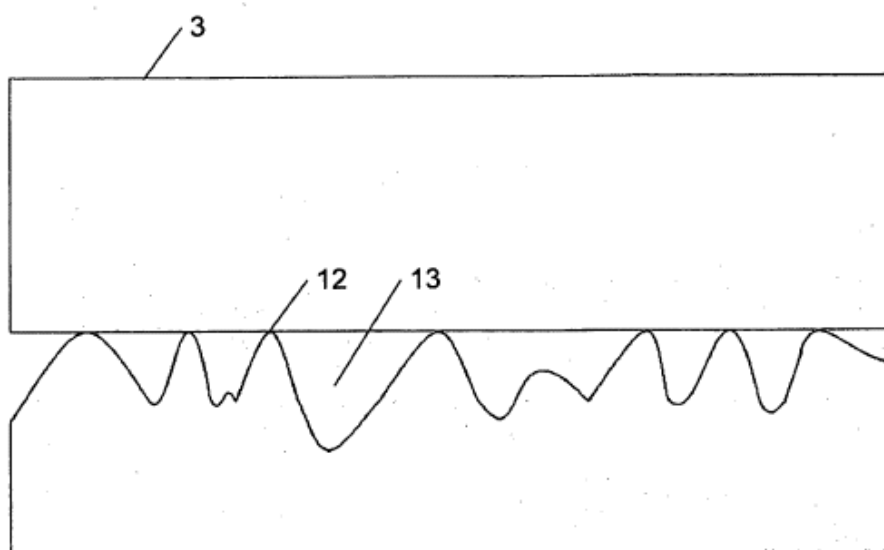


Fig. 5

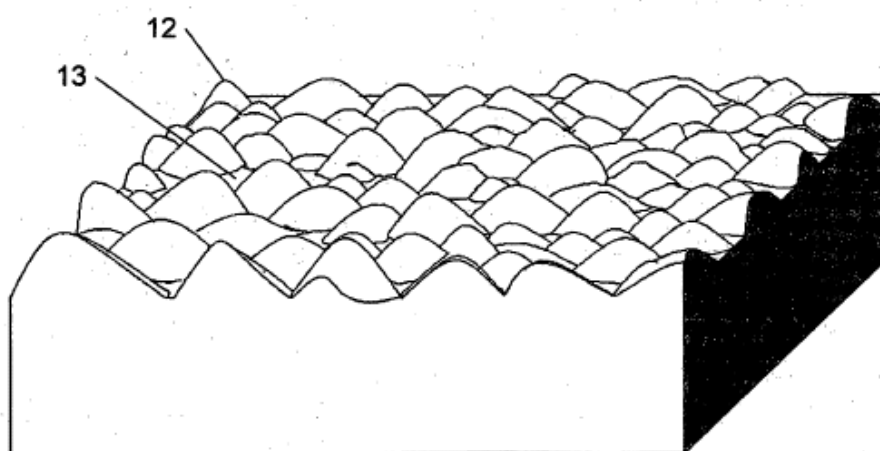


Fig. 6