



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 310 546**

51 Int. Cl.:
B32B 37/20 (2006.01)
H01L 31/048 (2006.01)
B32B 37/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01911230 .9**
96 Fecha de presentación : **05.03.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1297577**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.04.2003**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un módulo fotovoltaico de película delgada.**

30 Prioridad: **09.03.2000 AT A 387/2000**
05.10.2000 AT A 1698/2000

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.01.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.01.2009

73 Titular/es: **ISOVOLTA AG.**
Industriezentrum No-Sud
2355 Wiener Neudorf, AT

72 Inventor/es: **Plessing, Albert**

74 Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 310 546 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).

ES 2 310 546 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de un módulo fotovoltaico de película delgada.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un módulo fotovoltaico de película delgada que presenta un sistema de células solares de película delgada aplicado sobre materiales de soporte y, dado el caso, cubierto por ambas caras con materiales compuestos de encapsulación, en el que se lleva a cabo un paso de forrado en una estación de forrado compuesta por una pareja de cilindros de calandria.

10 Los módulos fotovoltaicos sirven para generar energía eléctrica a partir de luz solar. La generación de energía se realiza mediante el sistema de células solares, formado preferentemente por células solares de película delgada. Las células solares de película delgada pueden componerse de diferentes sistemas semiconductores, tales como CIGS (cobre-indio-galio-seleniuro), CTS (cadmio-teluro-sulfuro), a-Si (silicio amorfo) y otros.

15 Estos delgados sistemas semiconductores se aplican sobre materiales de soporte rígidos, tales como vidrio, o sobre materiales de soporte flexibles, tales como láminas de poliimida, flejes de acero, láminas metálicas y similares.

20 Las células solares de película delgada son sensibles a agentes ambientales tales como humedad, oxígeno y luz UV. Además, deben protegerse contra daños mecánicos y, de forma adicional, aislarse eléctricamente. Por este motivo es necesario cubrir ambos lados de las células solares de película delgada con materiales de encapsulación. Como materiales de encapsulación sirven, por ejemplo, una o varias capas de vidrio y/o láminas de plástico.

25 Con el nombre de ICOSOLAR® el solicitante comercializa láminas compuestas que constan esencialmente de poli (fluoruro de vinilo) (PVF) y poli(tereftalato de etileno) (PETP) y que se usan en un procedimiento de laminación al vacío para la fabricación de módulos fotovoltaicos dado a conocer en el documento WO-A1-94/29106. En el documento EP-A1-969521 se describe otro procedimiento de laminación al vacío del solicitante. Estos procedimientos conocidos proporcionan módulos fotovoltaicos en los que el sistema de células solares está protegido satisfactoriamente contra agentes ambientales, pero estos procedimientos suponen un consumo de energía relativamente alto y largos tiempos de proceso puesto que los pasos de laminación se realizan por separado, es decir, de forma discontinua. Además, este procedimiento discontinuo es adecuado con preferencia para la fabricación de módulos fotovoltaicos de mayor rigidez puesto que al menos una capa de soporte y/o una capa de encapsulación consta de vidrio.

35 En los documentos US-A-5,092,939 y US-A-5,273,608 se describen procedimientos continuos para la fabricación de módulos fotovoltaicos de película delgada mediante forrado, que, sin embargo, presentan el inconveniente de que también han de juntarse individualmente los estratos individuales de la pila de capas, en ocasiones compleja, para el módulo fotovoltaico, lo que, debido al elevado número de estratos de material, complica y, por lo tanto, dificulta relativamente la realización del procedimiento así como el ajuste de la temperatura.

40 El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, indicar un procedimiento para la fabricación de módulos fotovoltaicos de película delgada flexibles que se pueda realizar fácilmente con un consumo bajo de energía y, al mismo tiempo, una duración reducida del procedimiento y con el que se puedan proporcionar aún así módulos fotovoltaicos con una resistencia satisfactoria a la intemperie para la aplicación en el exterior.

45 De acuerdo con la invención se propone un procedimiento del tipo mencionado al principio que se caracteriza porque la banda de material para el material compuesto de encapsulación, formado por una capa de barrera y una capa selladora, se conduce a la estación de forrado junto con el soporte flexible para el sistema de células solares de película delgada, calentándose las bandas de material en estaciones de calentamiento a la temperatura de reblandecimiento de la capa selladora y atravesando éstas la ranura formada por los cilindros de calandria de tal manera que la capa selladora se una al sistema de células solares de película delgada y se forme un material compuesto en forma del módulo fotovoltaico de película delgada como consecuencia del aumento de presión condicionado por la presión de apriete de los cilindros de calandria y por el aumento de temperatura generado por el calentamiento de uno o ambos cilindros de la pareja de cilindros de calandria hasta al menos la temperatura de reblandecimiento de la capa selladora.

55 El objeto de las reivindicaciones secundarias son formas de realización ventajosas del procedimiento de acuerdo con la invención.

60 La invención se explica a continuación con más detalle mediante ejemplos de realización para la práctica de la invención, así como mediante ejemplos comparativos. Las representaciones gráficas 1 a 5 sirven para una mejor comprensión.

65 La fig. 1 muestra la estructura de un módulo fotovoltaico 1 de mayor rigidez conocido por el documento EP-A-969521, que consta del sistema de células solares de película delgada 2 dispuesto sobre el material de soporte rígido 3, por ejemplo vidrio, que al mismo tiempo sirve de material de encapsulación, y un segundo material de encapsulación 4.

El material de encapsulación 4 se representa en la figura 1a. Consta de una capa selladora de plástico 5 y una capa de barrera 9 que contiene una capa de soporte 6 para una capa de óxido inorgánico 7 depositada en fase vapor y una capa protectora contra la intemperie 8.

ES 2 310 546 T3

La fig. 2 muestra la estructura de un módulo de película delgada flexible 10 fabricado mediante el procedimiento de acuerdo con la invención. Las propiedades flexibles se alcanzan mediante el material de soporte flexible 11.

La fig. 3 muestra el dispositivo 12 no de acuerdo con la invención para la fabricación del módulo de película delgada rígido 1 conocido.

La fig. 4 muestra el dispositivo 20 para la fabricación de acuerdo con la invención del módulo de película delgada flexible 10.

La fig. 5 muestra la permeabilidad a vapor de agua de varias láminas de soporte provistas de un revestimiento de SiOx, usándose y comparándose láminas de soporte de diferentes plásticos.

En un primer paso de procedimiento se forma el material de encapsulación 4 según la fig. 1a, compuesto por la capa protectora contra la intemperie 8, la capa de óxido inorgánico 7, la capa de soporte 6 y la capa selladora de plástico 5.

Los ejemplos a) a c) reflejan variantes posibles para la selección de las sustancias usadas en las diferentes capas:

Ejemplo a)

Capa protectora contra la intemperie 8: Poli(fluoruro de vinilo) (PVF) o poli(cloruro de vinilideno) (PVDF) en forma de lámina

Capa adhesiva (no representada): Poliuretano

Capa de óxido inorgánico 7: Óxido de silicio (SiOx) u óxido de aluminio (Al₂O₃)

Capa de soporte 6 para la capa de óxido inorgánico 7: Poli(naftenato de etileno) (PEN) o poli(tereftalato de etileno) (PETP), así como productos coextruidos de ellos en forma de láminas u láminas compuestas

Capa selladora de plástico 5: Vinilacetato de etileno (EVA) o ionómeros, poli(metacrilato de metilo) (PMMA), poliuretano, poliéster o producto de fusión.

Ejemplo b)

Capa protectora contra la intemperie 8: Revestimiento superior de poliuretano o poli(metacrilato de metilo) (PMMA) y lámina de poli(tereftalato de etileno) (lámina PETP) estabilizada

Capa adhesiva (no representada): Poliuretano

Capa de óxido inorgánico 7: Óxido de silicio (SiOx) u óxido de aluminio (Al₂O₃)

Capa de soporte 6 para la capa de óxido inorgánico 7: Poli(naftenato de etileno) (PEN) o poli(tereftalato de etileno) (PETP), así como productos coextruidos de ellos en forma de láminas u láminas compuestas

Capa selladora de plástico 5: Vinilacetato de etileno (EVA) o ionómeros, poli(metacrilato de metilo) (PMMA), poliuretano, poliéster o producto de fusión.

Ejemplo c)

Capa protectora contra la intemperie 8: Polímeros fluorados tales como el copolímero de etileno/tetrafluoroetileno (ETFE), poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), poli(fluoruro de vinilo) (PVF) u otras láminas de polímeros fluorados

Capa de óxido inorgánico 7: Óxido de silicio (SiOx) u óxido de aluminio (Al₂O₃)

Capa selladora de plástico 5: Vinilacetato de etileno (EVA) o ionómeros, poli(metacrilato de metilo) (PMMA), poliuretano, poliéster o producto de fusión.

En los ejemplos a) a c) se indican los componentes del material de encapsulación 4 que, mediante su cooperación, protegen el sistema de células solares de película delgada 2 contra la intemperie y la entrada de vapor de agua.

Para la capa protectora contra la intemperie 8 se seleccionan en particular polímeros fluorados que protegen el sistema de células solares de película delgada 2 contra la intemperie, por ejemplo contra la radiación UV.

ES 2 310 546 T3

Sobre la capa de soporte 6, que consta, por ejemplo, de PEN o un producto coextruido de PETP-PEN, se aplica la capa de óxido inorgánico 7 con un grosor de 30 a 200 nm por deposición en fase vapor al vacío. La capa de barrera 9, compuesta por la capa de soporte 6 y la capa de óxido inorgánico 7, protege el sistema de células solares de película delgada 2 contra la entrada de vapor de agua.

La estructura en capas con la capa de óxido inorgánico 7 presenta la ventaja de que la permeabilidad al vapor de agua es 10 veces menor que en el caso de las capas de óxido inorgánico comparables que se aplican sobre láminas de PETP, como se muestra en la fig. 5. De ello se desprende que si bien el poli(tereftalato de etileno) (PETP) muestra valores satisfactorios como capa de soporte 6, la permeabilidad al vapor de agua, expresada en $\text{g/m}^2 \text{ d}$ (gramo por metro cuadrado y día), se puede reducir considerablemente mediante la adición de poli(naftenato de etileno) (PEN). Esto se demuestra en la fig. 5 tanto mediante los productos coextruidos de PETP-PEN como mediante PEN puro en dos series de mediciones por plástico, respectivamente.

Por sus propiedades adhesivas, la capa selladora 5 usada en el material de encapsulación 4 ejerce una función protectora adicional para el sistema de células solares de película delgada 2, ya que a través de la capa selladora se efectúa la adhesión del sistema de células solares de película delgada al material de encapsulación 4.

La conformación del material de encapsulación 4 usando las variantes según a) a c) indicadas a modo de ejemplo para la selección de las sustancias correspondientes a la capa protectora contra la intemperie 8, la capa de barrera 7, la capa de soporte 6 y la capa selladora 5 se lleva a cabo mediante un procedimiento de laminación conocido en sí.

Independientemente de ello, se aplica sobre la capa de soporte 6, que puede ser, por ejemplo, una lámina de poli(naftenato de etileno) (lámina de PETP) o una lámina coextruida de poli(tereftalato de etileno)/ polinaftenato (lámina de PETP-PEN), la capa de barrera 7, por ejemplo una capa de óxido de silicio (SiOx), mediante deposición en fase vapor.

La capa de barrera 7 se forra a continuación con la capa protectora contra la intemperie 8, que puede ser una lámina de plástico o una lámina compuesta de plástico. Igualmente se aplica mediante forrado la capa selladora 5, por ejemplo un adhesivo de poliuretano.

El material de encapsulación 4 ya formado se coloca en la bobina de alimentación 13' del dispositivo de la fig. 3. En la estación de carga 13 se dispone el sistema de células solares de película delgada 2 junto con el material de soporte rígido 3, por ejemplo vidrio, sobre una cinta transportadora (no representada) y se conduce a la estación de calentamiento 15. En la estación de calentamiento, el sistema de células solares de película delgada 2 con el material de soporte rígido 3, por ejemplo el soporte de vidrio, se precalienta mediante dispositivos reguladores (no representados) a la temperatura de reblandecimiento de la capa selladora 5 del material de encapsulación 4. Tanto el material de encapsulación 4 precalentado, como también el sistema de células solares de película delgada 2 con el soporte de vidrio 3 precalentado a temperaturas de 70 a 180°C, se conducen ahora a la estación de forrado 16 configurada en forma de una pareja de cilindros de calandria 17. Tanto debido a la temperatura aumentada en la estación de calandria 16, que se encuentra preferentemente en el intervalo de 70 a 180°C, como debido a la presión ejercida por los cilindros de calandria 17, que asciende preferentemente a entre 80 y 400 N/cm (presión de línea), se forma por forrado el módulo fotovoltaico encapsulado 1 según la figura 1. Éste se introduce en un horno de endurecimiento (18), en el que se produce el endurecimiento, especialmente de la capa selladora 5, a temperaturas de aproximadamente 120 a 190°C. Tras el tronzado correspondiente, se extrae en la estación de descarga 19 el módulo de película delgada 1 acabado.

La variante de procedimiento de acuerdo con la invención se explica con más detalle mediante el dispositivo de la figura 4. El material de encapsulación 4 se fabrica y se coloca sobre la bobina de alimentación 13' como se ha explicado anteriormente. Sobre otra bobina de alimentación 13' se coloca el sistema de células solares de película delgada 2 junto con un soporte flexible 11.

El soporte flexible 11 puede ser una lámina de plástico o una lámina compuesta de plástico. Como soportes flexibles son adecuados, por ejemplo, los plásticos que contienen poliimida.

A continuación, el material de encapsulación 4 y el sistema de células solares de película delgada 2 con el soporte flexible 11 se conducen a la estación de forrado. Ambas bandas de material se calientan en las estaciones de calentamiento 23, 23' a la temperatura de reblandecimiento de la capa selladora 5, es decir, a entre aproximadamente 70 y 180°C. En el caso de la estación de forrado 21 según la figura 4 se trata, por ejemplo, de una pareja de cilindros de calandria 22. Uno o ambos cilindros están calentados a al menos la temperatura de reblandecimiento de la capa selladora 5 del material de encapsulación 4, preferentemente a entre 70 y 180°C. El material de encapsulación 4 precalentado se aplica directamente sobre el sistema de células solares de película delgada 2 en la ranura 22' formada por los cilindros de calandria y se comprime con él mediante una presión de apriete de los cilindros de aproximadamente 80 a 400 N/cm (presión de línea). A continuación, el material compuesto se endurece en el horno de endurecimiento 24 a temperaturas de aproximadamente 120 a 190°C. Por medio de este paso de forrado se efectúa la encapsulación del sistema de células solares de película delgada 2 así como la conformación de un módulo fotovoltaico de película delgada 10 según la figura 2.

El aumento del número de bobinas de alimentación 13' permite usar un material de encapsulación 4' adicional. Según la figura 2 resulta imaginable cubrir el sistema de células solares de película delgada 2 también por ambas caras,

ES 2 310 546 T3

garantizando de este modo una mejora adicional en la protección contra la intemperie o en la función de barrera para el sistema de células solares 2.

5 En resumen, se puede afirmar que mediante el procedimiento de acuerdo con la invención el material de encapsu-
lación 4, así como el sistema de células solares de película delgada 2 con el soporte correspondiente, se unen entre sí
por forrado y se comprimen a presión y temperatura aumentada de manera que se forma un módulo fotovoltaico de
película delgada resistente a la intemperie en forma de un material compuesto. Frente a los procedimientos conocidos,
el procedimiento de acuerdo con la invención se caracteriza por una corta duración del procedimiento y bajos costes
energéticos. Con el procedimiento fácil de realizar se proporciona adicionalmente un módulo fotovoltaico de película
10 delgada resistente a luz UV, vapor de agua y demás agentes meteorológicos. Seleccionando el material de soporte, por
ejemplo en forma de láminas de plástico y/u láminas compuestas de plástico, se pueden conferir al módulo fotovoltaico
adicionalmente propiedades flexibles.

15 Los módulos fotovoltaicos de película delgada fabricados mediante el procedimiento de acuerdo con la invención
sirven para la generación de energía eléctrica a partir de luz solar. Sus posibilidades de aplicación son múltiples y
abarcán desde instalaciones de energía pequeñas para postes de socorro o autocaravanas hasta instalaciones grandes y
centrales solares, pasando por instalaciones en tejados y fachadas integradas en edificios.

20 En las aplicaciones en el exterior se ha observado que el efecto de barrera de los materiales de encapsulación frente
a vapor de agua se incrementa adicionalmente mediante la capa de óxido depositada en fase vapor sobre láminas de
soporte formadas por PEN o productos coextruidos de PETP-PEN.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la fabricación de un módulo fotovoltaico de película delgada (10) que presenta un sistema de células solares de película delgada (2) aplicado sobre materiales de soporte (11) y, dado el caso, cubierto por ambas caras con materiales compuestos de encapsulación (4, 4'), en el que se lleva a cabo un paso de forrado en una estación de forrado (21) compuesta por una pareja de cilindros de calandria (22), **caracterizado** porque la banda de material para el material compuesto de encapsulación (4, 4'), formado por una capa de barrera (9, 9') y una capa selladora (5), se conduce a la estación de forrado (21) junto con el soporte flexible (11) para el sistema de células solares de película delgada (2), calentándose las bandas de material en las estaciones de calentamiento (23, 23') a la temperatura de reblandecimiento de la capa selladora y atravesando éstas la ranura formada por los cilindros de calandria (22') de tal manera que la capa selladora (5) se una al sistema de células solares de película delgada (2) y se forme un material compuesto en forma del módulo fotovoltaico de película delgada (10) como consecuencia del aumento de presión condicionado por la presión de apriete de los cilindros de calandria y por el aumento de temperatura generado por el calentamiento de uno o ambos cilindros de la pareja de cilindros de calandria a al menos la temperatura de reblandecimiento de la capa selladora (5).

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el módulo fotovoltaico de película delgada (10) formado se endurece adicionalmente.

20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque como material de soporte flexible (11) se usa uno basado en láminas de plástico y/o láminas compuestas de plástico.

25 4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque como material de soporte flexible (11) se usa uno basado en láminas metálicas o flejes de acero.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque en el material de encapsulación (4, 4') se encuentra una capa de barrera (9) que consta de una capa protectora contra la intemperie (8), una capa de óxido inorgánico (7) y una capa de soporte (6) prevista para la capa de óxido inorgánico (7).

30 6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque en la capa de soporte (6) se usan láminas de plástico y/o láminas compuestas basadas en poli(naftenato de etileno) (PEN) o un producto coextruido de poli(tereftalato de etileno) (PETP) y poli(naftenato de etileno) (PEN).

35 7. Procedimiento según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado** porque en la capa de barrera (9) se usa una capa de óxido inorgánico (7) compuesta por óxido de aluminio o de silicio con un grosor de 30 a 200 nm.

40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque la capa selladora (5) se forma a partir de materiales de fusión, tales como poliamida o elastómeros termoplásticos y/o ionómeros.

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

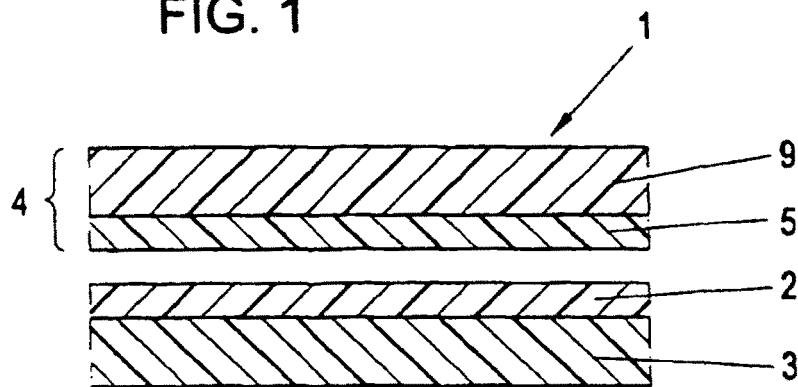


FIG. 1a

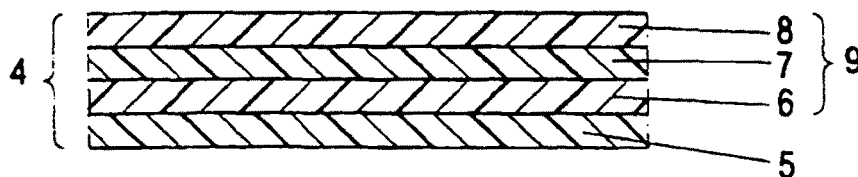


FIG. 2

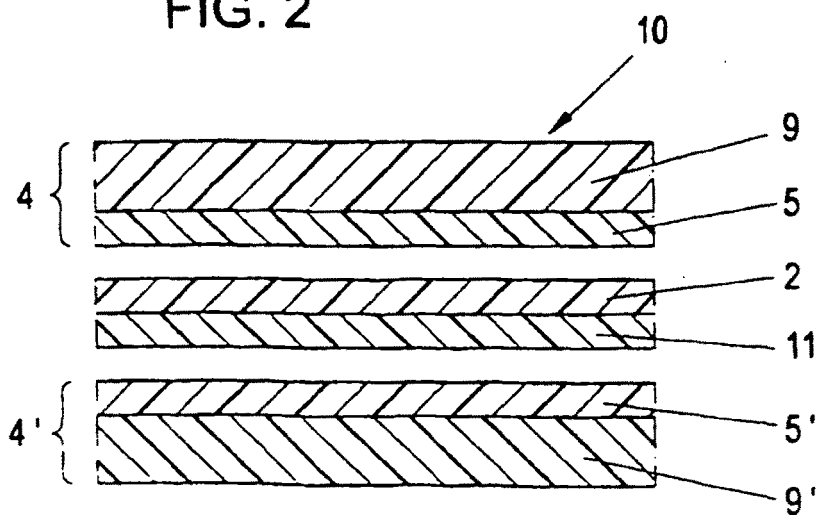


FIG. 3

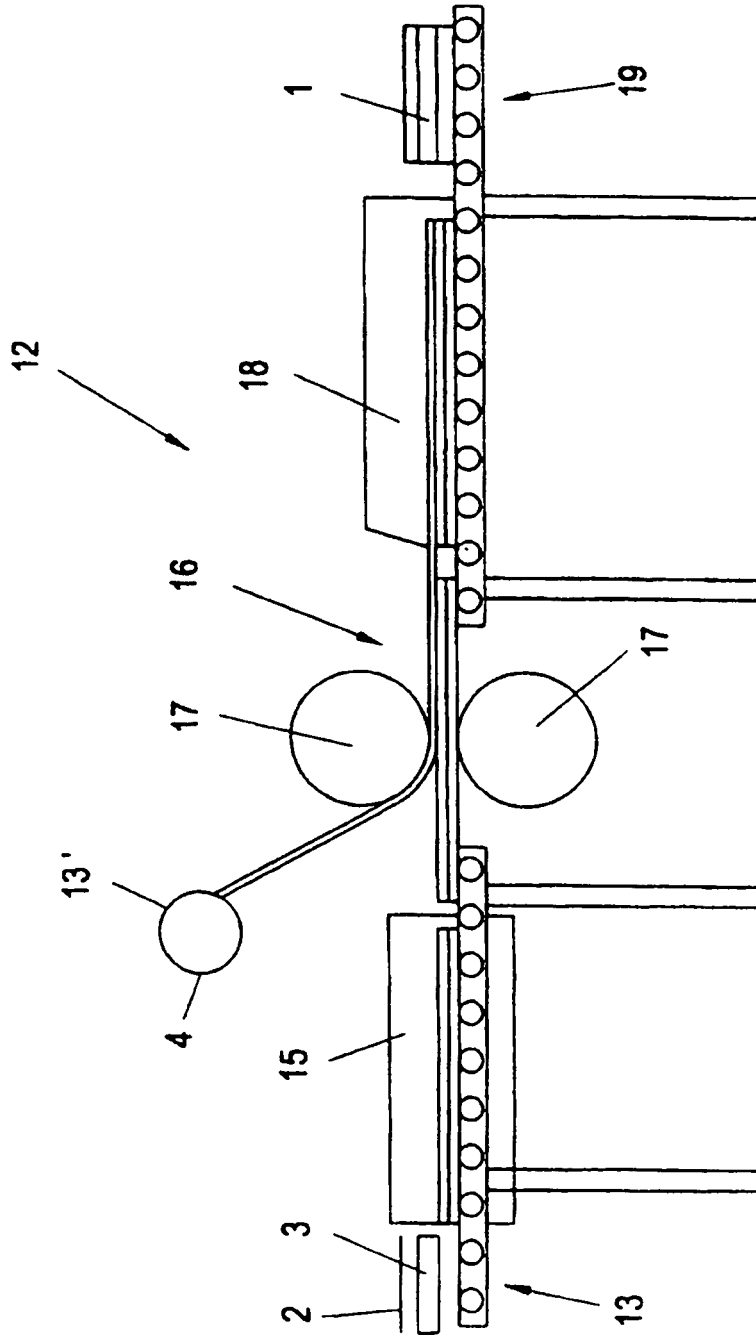


FIG. 4

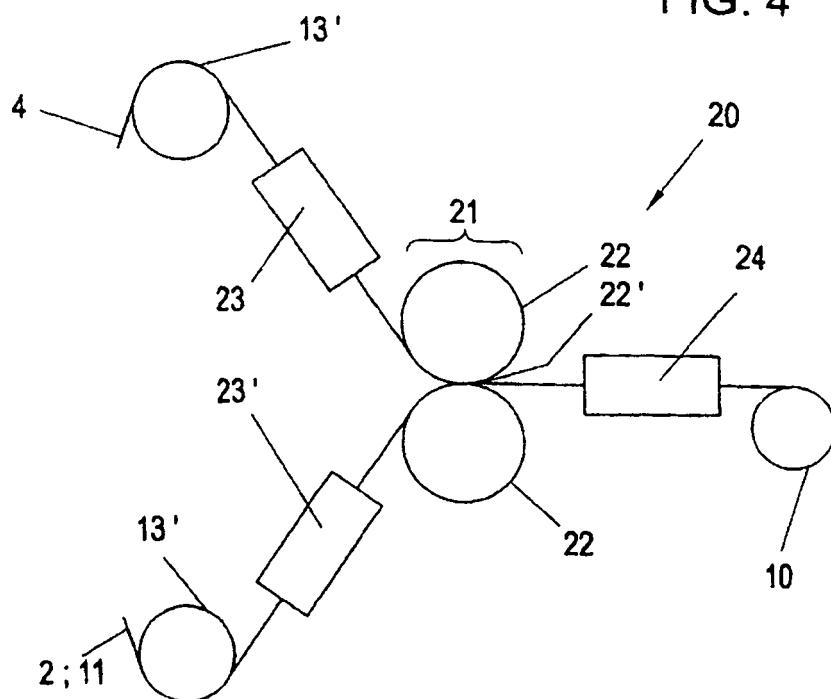
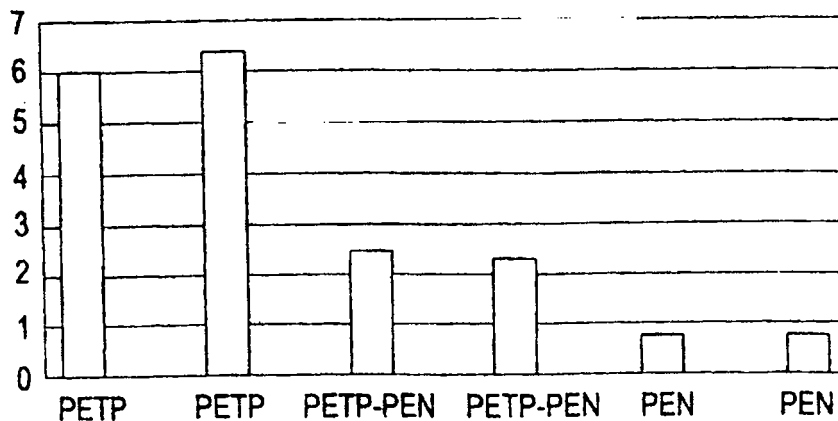


FIG. 5

Permeabilidad a vapor de agua (g/m² d) a 38°C y una humedad relativa del 100%



Revestimiento de SiOx de 80 nm sobre láminas de soporte