

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 50091/2018 (51) Int. Cl.: **B32B 37/10** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 09.05.2018 **B32B 37/06** (2006.01)
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.11.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2019

(30) Priorität:
17.05.2017 EUROPÄISCHES PATENTAMT
17305568.2 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 8865505 B2
US 2004171187 A1
US 6149757 A
WO 2011158147 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
TOTAL SA
92400 Courbevoie (FR)

(74) Vertreter:
Schwarz & Partner Patentanwälte OG
1010 Wien (AT)

(54) **Laminiervorgang insbesondere zur Herstellung von photovoltaischen Laminaten und Laminiervorrichtung zur Umsetzung des Laminiervorgangs**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Laminiervorgang, zur Herstellung von photovoltaischen Laminaten (1) durch Verkapselung, unter Verwendung einer Laminiervorrichtung (3), die eine Laminierkammer (5) mit einer Basisplatte (7) und einer beweglichen oberen Platte (9) umfasst, wobei der Laminiervorgang folgende Schritte umfasst:

- Erhitzen der Basisplatte (7),
- Anordnen eines Schichtstapels (10) in der Laminierkammer (5),
- Auspumpen und Entgasen der Laminierkammer (5),
- Pressen des Schichtstapels (10) mit der beweglichen oberen Platte (9) für eine vorbestimmte Dauer, um einen Laminierschritt auszuführen,
- Entnehmen des gebildeten laminierten photovoltaischen Laminats (1) aus der Laminierkammer (5),

wobei der Schichtstapel (10) auf einer Trägerstruktur (23) angeordnet wird, die konfiguriert ist, um eine vorbestimmte thermische Trägheit, einen vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand und einen vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand zwischen der Basisplatte (7) und dem Schichtstapel (10) bereitzustellen, um die Polymerisation oder den Glasübergang zwischen den Schichten des Stapels zu verzögern.

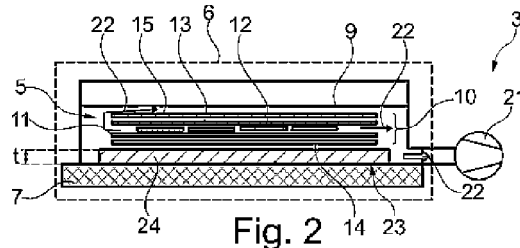


Fig. 2

Beschreibung

LAMINIERVORGANG INSBESONDERE ZUR HERSTELLUNG VON PHOTOVOLTAISCHEN LAMINATEN UND LAMINIERVORRICHTUNG ZUR UMSETZUNG DES LAMINIERVORGANGS

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung von photovoltaischen Modulen und genauer gesagt die Herstellung von photovoltaischen Laminaten durch Verkapselung, auch bekannt als Laminiervorgang. Somit betrifft die vorliegende Erfindung einen Laminiervorgang für die Herstellung von photovoltaischen Laminaten und eine Laminiervorrichtung, die zur Umsetzung des Laminiervorgangs gemäß der Erfindung konfiguriert ist.

[0002] Heutzutage werden photovoltaische Lamine im Allgemeinen durch einen Laminiervorgang hergestellt, um photovoltaische Lamine mit geringer Dicke zu erhalten. Dieser Laminiervorgang besteht aus dem Pressen eines Schichtstapels, aus dem das photovoltaische Laminat besteht, unter Hitze und Vakuum. Der Schichtstapel besteht im Allgemeinen aus einer ersten Verkapselungsfolie, Streifen mit photovoltaischen Zellen und einer zweiten Verkapselungsfolie. Gegebenenfalls kann der Schichtstapel eine Schutzschicht umfassen, die auf der ersten Verkapselungsfolie angeordnet ist, und eine Rückschicht, die unter der zweiten Verkapselungsfolie angeordnet ist. Die optionale Schutzschicht kann aus Polymer oder Glas bestehen. Im Allgemeinen bestehen die Verkapselungsfolien aus einem Polymer, das in der Lage ist, sich in einer Polymerisationsreaktion zu vernetzen, um eine starke Haftung zwischen den verschiedenen gepressten Schichten zu ermöglichen, aus denen das photovoltaische Laminat besteht. Außerdem erhöhen diese Verkapselungsfolien die Beständigkeit der verschiedenen Schichten, aus denen das photovoltaische Laminat besteht, gegenüber beispielsweise Feuchtigkeit.

[0003] In den Laminiervorgängen eingesetzte Polymerisationsreaktionen sind Vernetzungsreaktionen. Solche Reaktionen sind unumkehrbar und temperaturabhängig. So ergibt ein Laminiervorgang eine Laminiervorrichtung, die ein Gehäuse umfasst, das einem herkömmlichen Ofen mit einer Tür entspricht, oder die Laminiervorrichtung kann ein Haubenofen sein. Die im Handel erhältlichen Laminiervorrichtungen weisen im Allgemeinen eine fast fixe Temperatur auf, um zum Zwecke der Temperaturstabilität hohe Trägheit bereitzustellen. Um die Leistung und die Qualität der photovoltaischen Lamine zu verbessern, ist es jedoch notwendig, die Gegenwart von Bläschen, die aufgrund der in der Laminierkammer vorhandenen Luft oder aufgrund des Dampfes, der während der Entgasung des die Verkapselungsfolien bildenden Polymers entsteht, auftreten können, in den photovoltaischen Laminaten und insbesondere zwischen den einzelnen Schichten des Stapels zu verringern. Dies erfolgt im Allgemeinen durch die Verwendung einer Vakuumpumpe, mit der die Luft aus einer Laminierkammer entfernt wird, in die der Schichtstapel zur Herstellung des photovoltaischen Laminats gegeben wird, sowie auch der während der Entgasung des die Verkapselungsfolien bildenden Polymers entstehende Dampf. Nichtsdestotrotz muss dieser Vakuumschritt abgeschlossen werden, bevor die Polymerisationsreaktion beginnt. Ansonsten können sich Bläschen bilden und in den Verkapselungsfolien zwischen den einzelnen Schichten des photovoltaischen Laminats eingeschlossen werden, wodurch die Leistung verringert wird.

[0004] El Amrani et al. („Solar Module Fabrication“, International Journal of Photoenergy, Bd. 2007) haben ein Verfahren zur Herstellung von photovoltaischen Laminaten entwickelt, bei dem ein Entgasungsschritt durchgeführt wird. Gemäß diesem Verfahren wird der Schichtstapel in eine Laminiervorrichtung gegeben, die auf eine erste Temperatur, etwa 50-60 °C, erhitzt wird, die niedriger ist als die Polymerisationstemperatur der Verkapselungsfolien. Während dieses ersten Schritts wird die Luft in der Laminiervorrichtung mithilfe einer Vakuumpumpe entfernt und der Druck in der Laminierkammer wird während des Laminiervorgangs auf 0,1 mmHg (etwa 13 Pa) gehalten. Der Schichtstapel wird dann gepresst, und die Laminiervorrichtung wird auf eine zweite Temperatur erhitzt, die etwa der Polymerisationstemperatur der Verkapselungsfolien entspricht, um die Polymerisationsreaktion zu ermöglichen. Nach einer vorbestimmten Zeit werden der Druck auf den Schichtstapel und das Erhitzen beendet, die Laminierkammer wird

belüftet und der laminierte Schichtstapel, der ein photovoltaisches Laminat bildet, wird aus der Laminierkammer entnommen.

[0005] Dieser Vorgang ist mit herkömmlichen Laminiervorrichtungen, deren Heiztemperaturen fixiert sind, schwer umzusetzen. Außerdem ist dieser Vorgang zeit- und kostenintensiv, da die Laminiervorrichtung den Schichtstapel auf eine erste und dann auf eine zweite Temperatur erhitzen muss, was die Verarbeitungszeit verlängert. Außerdem ist der Energieverbrauch aufgrund des abwechselnden Erhitzens und Abkühlens relativ groß.

[0006] Daher ist es nützlich, einen Laminiervorgang zu entwickeln, der mit herkömmlichen Laminiervorrichtungen ausgeführt werden kann, insbesondere einen Laminiervorgang, der in einer Laminierkammer ausgeführt werden könnte, die auf eine vorbestimmte fixe Temperatur eingestellt ist.

[0007] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, das sich vom vorherigen Ziel unterscheidet, ist der Vorschlag eines Verfahrens, das eine Senkung der Herstellungskosten von photovoltaischen Laminaten durch seine Ausführung bei einer konstanten Temperatur mit einer einzelnen Laminierkammer ermöglicht.

[0008] Ein weiteres Ziel, das sich von den vorherigen Zielen unterscheidet, ist die Bereitstellung eines Laminiervorgangs, der eine Verkürzung der Verarbeitungszeit bei der Herstellung von photovoltaischen Laminaten mit einer einzelnen Laminierkammer ermöglicht.

[0009] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Laminiervorrichtung, die eine Kontrolle des Beginns der Polymerisationsreaktion ermöglicht und einen Betrieb bei einer konstanten Temperatur ermöglicht.

[0010] Um zumindest einen der hierin weiter oben genannten Nachteile des Stands der Technik zumindest teilweise aufzuheben, betrifft die vorliegende Erfindung einen Laminiervorgang, insbesondere zur Herstellung von photovoltaischen Laminaten durch Verkapselung, unter Verwendung einer Laminiervorrichtung, die eine Laminierkammer mit einer Basisplatte und einer beweglichen oberen Platte umfasst, wobei der Laminiervorgang die folgenden Schritte umfasst:

- Erhitzen der Basisplatte auf eine vorbestimmte Temperatur,
- Anordnen eines Schichtstapels zur Bildung des photovoltaischen Laminats in der Laminierkammer zwischen der Basisplatte und der beweglichen oberen Platte,
- Auspumpen und Entgasen der Laminierkammer unter Verwendung einer Vakuumpumpe,
- Pressen des Schichtstapels mit der beweglichen oberen Platte für eine vorbestimmte Dauer, um einen Laminierschritt auszuführen,
- Belüften der Laminierkammer und
- Entnehmen des gebildeten laminierten photovoltaischen Laminats aus der Laminierkammer,

wobei der Schichtstapel auf einer Trägerstruktur angeordnet wird, die konfiguriert ist, um eine vorbestimmte thermische Trägheit, einen vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand und einen vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand zwischen der Basisplatte und dem Schichtstapel bereitzustellen, um den Temperaturanstieg des Schichtstapels zu verlangsamen und die Polymerisation oder den Glasübergang zwischen den Schichten des Stapels zu verzögern.

[0011] Die thermische Trägheit ist als Energie definiert, die erforderlich ist, um einen Quadratmeter Trägerstruktur um ein Grad Kelvin zu erwärmen, ihre Einheit ist $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Sie kann bestimmt werden durch Wärmekapazität ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) x Dichte ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) x Dicke (m).

[0012] Der Gesamtwärmewiderstand ist die Gegenzahl der Wärmeleitfähigkeit pro Quadratmeter Trägerstruktur, seine Einheit ist $\text{K} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$. Er kann bestimmt werden durch die Gegenzahl der Wärmeleitfähigkeit ($\text{m} \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$) x Dicke (m).

[0013] Der Oberflächenwärmewiderstand ist die Gegenzahl der Wärmeleitfähigkeit pro Quadratmeter der unteren Oberfläche der Trägerstruktur, seine Einheit ist $\text{K} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$.

[0014] Die Verwendung einer Trägerstruktur verzögert die Polymerisationsreaktion oder den Glasübergang der Verkapselungsfolien des Schichtstapels und ermöglicht es der Vakuumpum-

pe, Luft und Dampf aus der Laminierkammer und insbesondere zwischen den Schichten des Stapels zu entfernen, um die Bildung von Bläschen und Leerräumen zu verhindern und die Leistung des photovoltaischen Laminats, das durch diesen Laminiervorgang erhalten wird, zu verbessern.

[0015] Außerdem ermöglicht die Verwendung dieser Trägerstruktur die Verwendung einer im Handel erhältlichen Laminiervorrichtung, die konfiguriert ist, den Schichtstapel auf eine vorbestimmte konstante Temperatur zu erhitzen. So kann der Laminiervorgang bei einer konstanten Temperatur umgesetzt werden. Außerdem stellt die Verwendung eines Verfahrens mit einer konstanten Temperatur eine Senkung des Energieverbrauchs sicher und ermöglicht so eine Senkung der Kosten des Verfahrens.

[0016] Außerdem ermöglicht die Verwendung einer Trägerstruktur eine Optimierung der Verarbeitungszeit. Die Laminiervorrichtung kann effektiv bei einer konstanten Temperatur gehalten werden. Der Temperaturanstieg zwischen der ersten Temperatur, bei welcher die Laminierkammer entgast wird, und der zweiten Temperatur, bei der die Polymerisationsreaktion oder der Glasübergang stattfindet, wird durch die Trägerstruktur bereitgestellt, was eine Beschleunigung des Verfahrens und eine Verbesserung der Verfahrenseffizienz ermöglicht.

[0017] Der Laminiervorgang gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein oder mehrere der folgenden Merkmale separat oder in Kombination aufweisen.

[0018] Die Trägerstruktur umfasst eine Platte mit einer vorbestimmten thermischen Trägheit, einem vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand und einem vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand, wobei die vorbestimmte thermische Trägheit weniger als $10^5 \text{ J.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ beträgt und noch bevorzugter zwischen 5×10^2 und $5 \times 10^4 \text{ J.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ liegt, der vorbestimmte Oberflächenwärmewiderstand zwischen $2 \times 10^{-6} \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$ und $5 \times 10^{-2} \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$ liegt und der vorbestimmte Gesamtwärmewiderstand zwischen $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2.\text{K.W}^{-2}$ und $2 \times 10^{-1} \text{ m}^2.\text{K.W}^{-2}$ liegt.

[0019] Die Platte besteht aus Metall, Glas, Glas mit wärmeleitfähigen Partikeln, einem Polymer, einem Phasenänderungsmaterial, Keramik oder einer Kombination daraus.

[0020] Die Platte weist eine Dicke zwischen 0,1 mm und 20 mm, noch bevorzugter zwischen 2 mm und 10 mm auf.

[0021] Die Basisplatte wird auf eine konstante Temperatur erhitzt, die zwischen 80 °C und 200 °C, insbesondere zwischen 100 und 160 °C liegt.

[0022] Gemäß einer bestimmten Ausführungsform erfolgen der Auspump- und Entgasungsschritt für eine Dauer von weniger als 10 Minuten, insbesondere zwischen 30 s und 2 min.

[0023] Die Platte weist eine vorbestimmte thermische Trägheit, einen vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand in Bezug auf die Basisplatte und einen vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand auf, sodass die Schritte des Auspumpens und Entgasens abgeschlossen sind, bevor der Schichtstapel eine vorbestimmte Schwellentemperatur für die Polymerisation oder für den Glasübergang erreicht.

[0024] Gemäß einer bestimmten Ausführungsform wird der Schritt des Pressens nach einer vorbestimmten Zeit nach dem Anordnungsschritt der Trägerstruktur mit dem Schichtstapel in der Laminierkammer durchgeführt.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform erfolgt der Pressschritt sobald der Druck in der Laminierkammer niedriger ist als eine vorbestimmte Schwelle.

[0026] Gemäß dieser anderen speziellen Ausführungsform beträgt die vorbestimmte Schwelle 20 mbar, noch bevorzugter 1 mbar.

[0027] Gemäß dieser Ausführungsform weist die Platte eine vorbestimmte thermische Trägheit, einen vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand in Bezug auf die Basisplatte und einen vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand auf, sodass die vorbestimmte Schwellentemperatur für die Polymerisation oder den Glasübergang noch nicht erreicht ist, wenn der Druck in der Laminierkammer gleich einer Druckschwelle, insbesondere einer Druckschwelle von 1 mbar, ist.

[0028] Gemäß einer bestimmten Ausführungsform umfasst die Trägerstruktur mechanische Federn, die konfiguriert sind, um durch Einwirken des Drucks der beweglichen oberen Platte auf den Schichtstapel die Trägerstruktur während des Pressschritts in Kontakt mit der Basisplatte zu bringen, wodurch der Oberflächenwärmewiderstand zwischen der Trägerstruktur und der Basisplatte verringert wird.

[0029] Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem eine Laminiervorrichtung, insbesondere zur Herstellung von photovoltaischen Laminaten durch Verkapselung, wobei die Laminiervorrichtung eine Basisplatte, die zum Erhitzen auf eine vorbestimmte konstante Temperatur konfiguriert ist, und eine bewegliche obere Platte umfasst, die zum Pressen auf einen Schichtstapel zur Herstellung des photovoltaischen Laminats konfiguriert ist, wobei die Laminiervorrichtung außerdem einen Trägerstruktur wie hierin weiter oben definiert umfasst.

[0030] Weitere Merkmale und Vorteile gehen aus der nachfolgenden Beschreibung, die als veranschaulichendes und nicht einschränkendes Beispiel angeführt ist, und den beiliegenden Figuren hervor, wobei:

[0031] • Figur 1 eine schematische Querschnittsansicht einer leeren Laminiervorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform ist,

[0032] • Figur 2 eine schematische Querschnittsansicht der Laminiervorrichtung aus Figur 1 ist, die mit einer Trägerstruktur beladen ist, auf der ein Schichtstapel angeordnet ist,

[0033] • Figur 3 eine schematische Querschnittsansicht der Laminiervorrichtung aus Figur 1 während eines Pressschritts auf den Schichtstapel ist,

[0034] • Figur 4 eine schematische Querschnittsansicht der Laminiervorrichtung aus Figur 1 mit einem nach dem Pressschritt erhaltenen photovoltaischen Laminat ist,

[0035] • Figur 5 eine schematische Querschnittsansicht eines Schichtstapels ist, der auf einer Trägerstruktur gemäß einer zweiten Ausführungsform angeordnet ist,

[0036] • Figur 6 eine schematische Querschnittsansicht einer Laminiervorrichtung ist, die mit einer Trägerstruktur aus Figur 5 beladen ist,

[0037] • Figur 7 eine schematische Querschnittsansicht der Laminiervorrichtung während eines Schritts des Pressens auf den Schichtstapel mit der Trägerstruktur aus Figur 5 ist,

[0038] • Figur 8 eine schematische Querschnittsansicht der Laminiervorrichtung mit einem photovoltaischen Laminat ist, das nach dem Schritt des Pressens auf die Trägerstruktur aus Figur 5 erhalten wird, und

[0039] • Figur 9 ein Flussdiagramm ist, das den Laminiervorgang in Bezug auf die Verarbeitungszeit darstellt.

[0040] In den Figuren sind dieselben Elemente mit denselben Bezugszahlen gekennzeichnet.

[0041] Die nachfolgenden Ausführungsformen sind Beispiele. Auch wenn die Patentschrift auf eine oder mehrere Ausführungsformen Bezug nimmt, bedeutet das nicht notwendigerweise, dass alle Verweise die gleiche Ausführungsform betreffen oder dass die technischen Merkmale nur für eine einzige Ausführungsform gelten. Einfache technische Merkmale von verschiedenen Ausführungsformen können kombiniert oder ausgetauscht werden, um andere Ausführungsformen zu erhalten.

[0042] In der nachfolgenden Patentschrift steht die Bezeichnung „Laminiervorrichtung“ für eine Laminiervorrichtung mit einer Wärmequelle auf der unteren Seite. Genauer gesagt wird der Schichtstapel, der in der Laminierkammer laminiert werden soll, von der Unterseite des Stapels aus nach oben erhitzt.

[0043] Außerdem sind die Bezeichnungen „untere“, „Unterseite“ und „obere“ in der nachfolgenden Patentschrift gemäß der vertikalen Standardachse definiert und entsprechen der allgemei-

nen Konfiguration der angeordneten Elemente in der Laminiervorrichtung.

[0044] Außerdem wird in der folgenden Beschreibung die Bezeichnung „Bläschen“ verwendet, um Luftbläschen oder Leerräume, die während des Laminiervorgangs zwischen den Verkapselungsfolien eingeschlossen werden, oder Bläschen, die durch die Dämpfe des Polymers, aus dem die Verkapselungsfolien bestehen, beim Entgasen aufgrund der Hitze während des Laminiervorgangs entstehen, zu bezeichnen.

[0045] In der nachfolgenden Beschreibung schließt die Bezeichnung „Leistung“ die Effizienz und/oder Sicherheit und/oder Integrität des photovoltaischen Laminats, wie z. B. seinen Umsatz und seine Lebensdauer, mit ein.

[0046] Unter Bezugnahme auf Figur 1 bis 4 ist eine schematische Querschnittansicht einer Laminiervorrichtung 3, insbesondere zur Herstellung von photovoltaischen Laminaten 1 durch Verkapselung, gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Laminiervorrichtung 3 umfasst eine Laminierkammer 5, die durch ein Gehäuse 6 definiert ist. Eine Basisplatte 7 und eine bewegliche obere Platte 9 sind im Gehäuse 6 untergebracht. Die Laminierkammer 5 ist so konfiguriert, dass sie hermetisch geschlossen werden kann. Zu diesem Zweck kann die Laminiervorrichtung 3 ein Ofen mit einer Tür oder ein Haubenofen sein.

[0047] Die Basisplatte 7 ist konfiguriert, um auf eine vorbestimmte konstante Temperatur erhitzt zu werden, um einen Schichtstapel 10 zur Bildung des photovoltaischen Laminats 1 zu erhitzen. Genauer gesagt wird die Basisplatte 7 auf eine konstante Temperatur zwischen 80 °C und 200 °C, genauer gesagt zwischen 100 und 160 °C, erhitzt, um eine Polymerisationsreaktion einer Reihe von Schichten, die Verkapselungsfolien sind (11, 13 in Figur 2), des Schichtstapels 10 sicherzustellen, um den Verkapselungsvorgang des photovoltaischen Laminats 1 abzuschließen. Die Verwendung einer solchen konstanten fixen Temperatur ermöglicht den Einsatz von im Handel erhältlichen Laminiervorrichtungen, die für den Betrieb bei nur einer vorbestimmten konstanten Temperatur konfiguriert sind. Natürlich kann die Heiztemperatur der Basisplatte 7 je nach Art der verwendeten Verkapselungsfolien 11, 13 angepasst werden, um eine Polymerisationsreaktion oder einen Glasübergang zu erreichen.

[0048] Während einer Polymerisationsreaktion vernetzen sich beispielsweise die Verkapselungsfolien 11, 13, sodass diese Polymerisationsreaktion nicht umkehrbar ist. Dies stellt eine starke Haftung zwischen den einzelnen Schichten des photovoltaischen Laminats 1 bereit und erhöht die Beständigkeit des photovoltaischen Laminats 1 gegen Feuchtigkeit. Die Kontrolle dieser Reaktion ist jedoch ein entscheidender Punkt.

[0049] Die bewegliche obere Platte 9 ist konfiguriert, um auf einen Schichtstapel 10 zur Bildung des photovoltaischen Laminats 1 zu pressen. Der Laminiervorgang ist effektiv auf den Erhalt von photovoltaischen Laminaten 1 mit einer geringen Dicke ausgerichtet. Durch Pressen auf den Schichtstapel 10 mit der beweglichen oberen Platte 9 während der Polymerisationsreaktionen ist es möglich, aufgrund der Vernetzung des Polymers, aus dem die Verkapselungsfolien 11, 13 bestehen, eine sehr starke Haftung zwischen den einzelnen Schichten des photovoltaischen Laminats 1 und eine geringe Dicke des Laminats zu erreichen. Nichtsdestotrotz ist es aufgrund der Tatsache, dass diese Vernetzungen nicht umkehrbar sind, notwendig, auf einige Parameter zu achten.

[0050] Es wurde gezeigt, dass es zur Erhöhung der Leistung der photovoltaischen Lamine 1 notwendig ist, die Gegenwart von Bläschen zwischen den einzelnen Schichten zu vermeiden, aus denen dieses photovoltaische Laminat 1 besteht. Um die Gegenwart von Bläschen zu vermeiden, ist es notwendig, die Laminierkammer 5 vor Beginn der Polymerisationsreaktion, der thermoplastischen Verformung oder des Übergangs in einen Glaszustand der Verkapselungsfolien 11, 13 zu entgasen. Um diese Entfernung von Luft zu erreichen, weist die Laminiervorrichtung 3 eine Vakuumpumpe 21 auf, welche die Entgasung der Laminierkammer 5 und insbesondere der Luft zwischen den Schichten des Stapels 10 und des durch die Verkapselungsfolien 11 und 13 erzeugten Dampfs sicherstellt.

[0051] Außerdem weist die Laminiervorrichtung 3 eine Trägerstruktur 23 auf, die aus der Lami-

nierkammer 5 entnommen werden kann und auf welcher der Schichtstapel 10 für die Bildung des photovoltaischen Laminats 1 nach dem Laminiervorgang angeordnet ist. Die Trägerstruktur 23 kann als Platte 24 umgesetzt sein, die eine vorbestimmte thermische Trägheit, einen vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand und einen vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand aufweist, um den Temperaturanstieg des Schichtstapels 10 zu verlangsamen und so den Beginn der Polymerisationsreaktion oder des Glasübergangs der Verkapselungsfolien, die im Schichtstapel 10 angeordnet sind, zu verzögern.

[0052] Gemäß der speziellen Ausführungsform von Figur 2 besteht der Schichtstapel 10 aus zumindest einer Schicht aus Streifen von photovoltaischen Zellen 12, die zwischen den Verkapselungsfolien 11, 13 angeordnet sind. Der Schichtstapel 10 umfasst weiters eine optionale Rückseitenschicht 14 und eine optionale Vorderseitenschicht 15.

[0053] Gemäß dieser speziellen Ausführungsform bestehen die Verkapselungsfolien 11, 13 aus einfachen basischen Monomeren, wie z. B. EVA oder Epoxidmonomeren.

[0054] Außerdem besteht die optionale Rückseitenschicht 14 aus einem beliebigen geeigneten Material, das gegen Angriffe von außen wie Ultraviolettstrahlung, korrosive Atmosphären, Temperatur, Abrieb oder Chemikalien, beständig ist. Diese Rückseitenschicht 14 soll die Rückseite des photovoltaischen Laminats 1 bilden. Genauer gesagt ist die Rückseite die letzte Fläche des photovoltaischen Laminats 1, die Lichtstrahlen empfängt. Diese Rückseite soll beispielsweise teilweise in Kontakt mit der Baustruktur sein, auf der das photovoltaische Laminat 1 angebracht wird. Außerdem kann die optionale Rückseitenschicht 14 Verbindungsausgabemodule (nicht dargestellt) umfassen, um die erzeugte photovoltaische Energie beispielsweise an Wechselrichter auszugeben.

[0055] Die Vorderseitenschicht 15 besteht aus einem beliebigen Material mit guter optischer Durchlässigkeit, beispielsweise mehr als 95 % im nützlichen Bereich des Sonnenspektrums. Diese Vorderseitenschicht 15 soll die erste Schicht sein, die den Sonnenlichtstrahlen ausgesetzt ist. Im Allgemeinen besteht diese Vorderseitenschicht 15 beispielsweise aus einem transparenten Kunststoffmaterial, damit der Hauptteil der Lichtstrahlen diese Vorderseitenschicht 15 zu den Streifen von photovoltaischen Zellen 12 passieren kann, um die photovoltaische Umwandlung des photovoltaischen Laminats 1 zu maximieren.

[0056] Unter Bezugnahme auf Figur 2 bis 4 besteht die Platte 24 mit einer vorbestimmten thermischen Trägheit, einem vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand und einem vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand aus beispielsweise Glas. Im Allgemeinen weist die Platte 24 eine Dicke t zwischen 0,1 mm und 20 mm auf. Gemäß dieser spezifischen Ausführungsform weist die Platte 24 eine Dicke t zwischen 2 mm und 10 mm auf. Wie später erläutert wird, wurde die Dicke der Platte 24 effektiv so gewählt, dass der Temperaturanstieg des Schichtstapels 10 verlangsamt wird. Die Dicke t der Platte 24 muss so gewählt werden, dass die Temperatur des Schichtstapels 10 eine vorbestimmte Schwellentemperatur 32 für die Polymerisation oder den Glasübergang der Verkapselungsfolien 11, 13 (in Figur 9 dargestellt) in einer akzeptablen Zeit erreichen kann, sodass der Laminiervorgang nur effizient ist, nachdem die Bläschen aus dem Schichtstapel 10 entfernt wurden.

[0057] Um eine optimale Verlangsamung des Temperaturanstiegs des Schichtstapels 10 sicherzustellen, sind die vorbestimmte thermische Trägheit der Platte 24, der Oberflächenwärmewiderstand in Bezug auf die Basisplatte 7 und der Gesamtwärmewiderstand der Platte 24 Parameter, die sorgfältig gewählt werden müssen.

[0058] Die Verwendung einer Platte 24 mit solchen Eigenschaften stellt die Verzögerung des Beginns der Polymerisationsreaktion oder des Glasübergangs sicher und optimiert so die Kontrolle des Laminiervorgangs. Weiters ermöglicht die Verwendung einer solchen Platte 24 die Erzeugung eines Wärmewiderstands an der Schnittstelle dieser Platte 24 mit der Basisplatte 7, was zur Verzögerung des Temperaturanstiegs des Schichtstapels 10 beiträgt.

[0059] Vor der Einbringung in die Laminierkammer 5 sind der Schichtstapel 10 und die Trägerstruktur 23 auf Raumtemperatur, beispielsweise 22 °C.

[0060] Unter Bezugnahme auf Figur 2 wird ein Schichtstapel 10, der auf der Trägerstruktur 23 angeordnet ist, in die Laminierkammer 5 zwischen der Basisplatte 7 und der beweglichen oberen Platte 9 der Laminiervorrichtung 3 eingebracht. Dieses Einbringen der Trägerstruktur 23 in die Laminierkammer 5 entspricht einem ersten Schritt A der Anordnung. Gemäß dieser Ausführungsform ist die Basisplatte 7 auf einer vorbestimmten fixen konstanten Temperatur von 135 °C, wenn der erste Schritt A der Anordnung ausgeführt wird. Diese konstante Temperatur der Basisplatte 7 wird während des gesamten Laminiervorgangs aufrechterhalten. Je nach verwendeter Zusammensetzung der Verkapselungsfolien 11, 13 kann diese Temperatur jedoch geändert werden. Auf allgemeine Weise entspricht diese fixe konstante Temperatur der Polymerisationstemperatur der Monomere oder der Glasktemperatur des Materials, aus dem die Verkapselungsfolien 11, 13 bestehen.

[0061] Die Tür der Laminiervorrichtung 3 wird geschlossen und die Vakuumpumpe 21 läuft, um die Laminierkammer 5 auszupumpen und zu entgasen, um die Luft und die Dämpfe, die durch das Entgasen des die Verkapselungsfolien 11, 13 bildenden Monomers gebildet werden, aus der Laminierkammer 5 und zwischen den Schichten des Stapels gemäß den Pfeilen 22 (in Figur 2 dargestellt) zu entfernen. Das Entgasen der Laminierkammer 5 ist notwendig, um die Bildung von Bläschen zwischen den Schichten des photovoltaischen Laminats 1 zu verhindern und so seine Leistung zu verbessern. Die Verwendung der Vakuumpumpe 21 zum Auspumpen und Entgasen der Laminierkammer 5 entspricht einem zweiten Schritt B und einem dritten Schritt C, die einen Auspump- bzw. Entgasungsschritt darstellen. Vorteilhafterweise werden die Schritte des Auspumpens B und des Entgasens C für eine Dauer von weniger als 10 Minuten, insbesondere zwischen 30 s und 2 min durchgeführt. Diese Zeiten können jedoch je nach Volumen der Laminierkammer 5, der Leistung der verwendeten Vakuumpumpe 21 und/oder dem Entgasungsmaterial angepasst werden.

[0062] Unter Bezugnahme auf Figur 3 wird dann ein Schichtstapel 10 mit der beweglichen oberen Platte 9 gemäß den Pfeilen 25 für eine vorbestimmte Zeit gepresst, um den Laminierschritt auszuführen. Dieser Laminierschritt entspricht einem vierten Schritt D. Die Dauer dieses vierten Schritts D ist variabel und hängt von verschiedenen Parametern wie beispielsweise der Anzahl an Schichten des Schichtstapels 10 oder der Zusammensetzung der verwendeten Verkapselungsfolien 11, 13 ab. Während dieses vierten Schritts D läuft die Vakuumpumpe 21 und hält den Druck in der Laminierkammer 5 unter einem vorbestimmten Schwellendruck. Um jegliche Bläschenbildung zwischen den Schichten des photovoltaischen Laminats 1 zu verhindern, muss der Druck in der Laminierkammer 5 zu Beginn des vierten Schritts D geringer als 20 mbar sein. Gemäß dieser speziellen Ausführungsform ist der Druck in der Laminierkammer 5 zu Beginn des Pressschritts D und während des gesamten Schritts 1 mbar.

[0063] Unter Bezugnahme auf Figur 4 wird, sobald die vorbestimmte Dauer des vierten Schritts D vergangen ist, die bewegliche obere Platte 9 gemäß den Pfeilen 26 nach oben bewegt und die Laminierkammer 5 wird belüftet, um das Öffnen der Tür der Laminiervorrichtung 3 und das Entnehmen des laminierten photovoltaischen Laminats 1 aus dieser Laminiervorrichtung zu ermöglichen. Ein weiterer zu laminierender Schichtstapel 10, der auf einer Trägerstruktur 23 angeordnet ist, kann direkt nach diesem Entnahmeschritt in die Laminierkammer 5 gegeben werden und der Laminiervorgang kann erneut ausgeführt werden.

[0064] Gemäß einer möglichen Variante kann der vierte Schritt D nach einer vorbestimmten Zeit nach dem ersten Schritt A der Trägerstruktur 23 mit dem Schichtstapel 10 in der Laminierkammer 5 durchgeführt werden. Gemäß dieser speziellen Ausführungsform müssen das Volumen der Laminierkammer 5 und die Leistung der Vakuumpumpe 21 bekannt sein, um die Entfernung der Luft und die Entgasung von Dämpfen in der Laminierkammer 5 sicherzustellen.

[0065] Natürlich kann dieser vierte Schritt D des Pressens des Schichtstapels 10 mit der beweglichen oberen Platte 9 manuell oder automatisch erfolgen. Wenn der vierte Schritt D automatisch ausgeführt wird, kann er beispielsweise durch eine elektrische Steuereinheit (nicht dargestellt) gesteuert werden.

[0066] Vorteilhafterweise ermöglicht die Verwendung der Trägerstruktur 23 die Verwendung

einer herkömmlichen Laminiervorrichtung 3, die zum Zweck der Temperaturstabilität zum Heizen auf eine vorbestimmte konstante Temperatur konfiguriert ist. So ist es möglich, den Temperaturanstieg des Schichtstapels 10 zu kontrollieren und den Beginn der Polymerisationsreaktion oder des Übergangs in einen Glaszustand zu kontrollieren und so die Anzahl an laminierten photovoltaischen Laminaten 1 zu verringern, die aufgrund von nicht kontrollierten Polymerisationsreaktionen oder anderen thermischen Problemen während des Laminiervorgangs weggeworfen werden müssen. Tatsächlich stellt die Trägerstruktur 23 einen Oberflächenwärmewiderstand bereit, der die Verzögerung des Temperaturanstieges des Schichtstapels 10 und auch des Beginns der Polymerisationsreaktion der Verkapselungsfolien 11, 13 ermöglicht. Außerdem erzeugt die Verwendung dieser Trägerstruktur 23 einen Wärmewiderstand an der Grenzfläche zwischen der Basisplatte 7 und der Trägerstruktur 23, was ebenfalls zur Verzögerung des Temperaturanstiegs des Schichtstapels 10 beiträgt.

[0067] Unter Bezugnahme auf Figur 5 ist die Trägerstruktur 23, auf welcher der Schichtstapel 10 angeordnet ist, gemäß einer zweiten Ausführungsform dargestellt. Die Trägerstruktur 23 weist die Platte 24 auf und umfasst außerdem mechanische Federn 27. Die Platte 24 kann die gleichen Eigenschaften (Dicke t und thermische Trägheit) wie in der ersten Ausführungsform aufweisen oder nur geringere thermische Trägheit aufweisen. Die mechanischen Federn 27 sind konfiguriert, um die Trägerstruktur 23 beispielsweise während des zweiten Schritts B und des dritten Schritts C über der Basisplatte 7 der Laminiervorrichtung 3 wie in Figur 6 dargestellt zu halten. Der Spalt zwischen der Basisplatte 7 und der Trägerstruktur 23 kann den gewünschten Wärmewiderstand bereitstellen. Die mechanischen Federn 27 sind konfiguriert, um aufgrund des Drucks der beweglichen oberen Platte 9 auf dem Schichtstapel 10 zu kollabieren, um die Trägerstruktur 23 während des vierten Schritts D in Kontakt mit der Basisplatte 7 zu bringen, wie in Figur 7 dargestellt ist. Die Verwendung einer solchen Trägerstruktur 23, die mechanische Federn 27 umfasst, kann die Verlangsamung des Temperaturanstiegs des Schichtstapels 10 verbessern, wenn dies notwendig ist, weil die Trägerstruktur 23 direkt nach dem ersten Schritt A nicht in Kontakt mit der erhitzten Basisplatte 7 wäre (Figur 6). So kann das Erhitzen durch Niederdruck-Leitung oder -Konvektion des Schichtstapels 10 verzögert werden. Wie zuvor erläutert, stellt die Verwendung dieser Trägerstruktur 23 außerdem einen Oberflächenwärmewiderstand bereit, um die Verzögerung des Temperaturanstiegs des Schichtstapels 10 und somit dem Beginn der Polymerisationsreaktion der Verkapselungsfolien 11, 13 zu ermöglichen.

[0068] Gemäß einer weiteren Ausführungsform, die hierin nicht dargelegt ist, können die mechanischen Feder 27 durch Stellantriebe ersetzt sein, die automatisch durch eine Steuereinheit oder manuell von einem Bediener angetrieben werden, um beispielsweise die Trägerstruktur 23 und die erhitzte Basisplatte 7 nach einer vorbestimmten Zeit nach der Anordnung der Trägerstruktur 23 in der Laminierkammer 5 in Kontakt zu bringen. In solch einem Fall wären die Stellantriebe vorteilhafterweise direkt in der Laminierkammer 5 angeordnet.

[0069] Unter Bezugnahme auf Figur 8 ist die Laminiervorrichtung 3 während des Entlüftungsschritts dargestellt. Während dieses Schritts wird die bewegliche obere Platte 9 gemäß den Pfeilen 26 nach oben bewegt und die mechanischen Federn 27 können auf ihre normale Länge zurückfedern.

[0070] Vorteilhafterweise kann die Verwendung dieser mechanischen Federn 27 die Anordnung der Trägerstruktur, auf welcher der Schichtstapel 10 angeordnet wird, in der Laminierkammer oder die Entnahme der Trägerstruktur 23, auf der sich das gebildete laminierte photovoltaische Laminat 1 befindet, aus der Laminierkammer 5 am Ende des Laminiervorgangs erleichtern. Zusätzlich ermöglicht diese Ausführungsform eine Verbesserung der Abkühlgeschwindigkeit in Luft aufgrund einer möglichen geringeren thermischen Trägheit.

[0071] Unter Bezugnahme auf Figur 9 ist ein Diagramm dargestellt, das den Laminiervorgang gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt. In diesem Diagramm gibt die Abszissenachse die Zeit t an und die Ordinatenachse gibt den Druck P in der Laminierkammer 5 und die Temperatur T des Laminats 10 an. Eine weitere Ordinatenachse zeigt außerdem an, ob der Druck der beweglichen oberen Platte 9 aktiv (EIN) oder nicht aktiv (AUS) ist. Die Kurve 31

entspricht dem Druck in der Laminierkammer 5. Außerdem zeigt die Kurve 33 den Druck, der von der beweglichen oberen Platte 9 auf den Schichtstapel 10 ausgeübt wird. Die gepunktete Linie zeigt die Schwellentemperatur T_{Sch} 32 für die Polymerisation oder den Glasübergang der verwendeten Verkapselungsfolien 11, 13 an. Die Strichpunktlinie 38 gibt die Laminatortemperatur, die Asymptotentemperatur für das Laminat 10 an.

[0072] Die Temperatur des Schichtstapels 10 ist durch die drei Kurven 35, 37, 39 gemäß den verschiedenen Ausführungsformen angegeben: einerseits eine ideale Ausführungsform (Kurve 35), bei der die Platte 24 der Trägerstruktur 23 eine optimale Dicke t und eine optimale thermische Trägheit und einen optimalen Oberflächen- und Gesamtwärmewiderstand aufweist, und andererseits zwei Gegenbeispiele (Kurve 37 und 39), bei denen die Platte 24 eine zu große Dicke t und/oder eine zu hohe thermische Trägheit und/oder einen zu hohen Oberflächen-/Gesamtwärmewiderstand (Kurve 37) oder eine zu geringe Dicke t und/oder eine zu geringe thermische Trägheit und/oder einen zu geringen Oberflächen-/Gesamtwärmewiderstand aufweist (Kurve 39). Auf der oberen Seite des Diagramms sind außerdem die einzelnen Schritte (A, B, C, D) angegeben, um die Bedingungen in der Laminierkammer 5, beispielsweise die Temperatur T und den Druck P , während dieser verschiedenen Schritte zum Zeitpunkt t jedes Schritts besser darzustellen.

[0073] Beim ersten Schritt A wird die Basisplatte 7 auf eine vorbestimmte konstante Temperatur erhitzt und die Platte, die den zu laminierenden Schichtstapel 10 trägt, wird auf der Basisplatte 7 angeordnet. Zu diesem Zeitpunkt ist der Schichtstapel 10 im Wesentlichen auf Raumtemperatur T_R , z. B. 22 °C, und der Druck in der Laminierkammer 5 ist Atmosphärendruck P_A (im Wesentlichen 1 bar).

[0074] Die Laminierkammer 5 wird geschlossen und die Vakuumpumpe 21 beginnt den zweiten Schritt B des Auspumpens. Während dieses zweiten Schritts B nimmt der Druck in der Laminierkammer 5 ab und erreicht einen ersten vorbestimmten Schwellendruck P_{Sch1} , der beispielsweise weniger als etwa 20 mbar, z. B. 5 mbar, ist, und die Temperatur des Schichtstapels beginnt zu steigen.

[0075] Im dritten Schritt C pumpt die Vakuumpumpe 21 weiter und evakuiert die Luft und Dämpfe, die zwischen den einzelnen Schichten des Schichtstapels 10 angeordnet sind, aus der Laminierkammer, um jegliche Bläschenbildung in den Verkapselungsfolien zu verhindern, die sich auf die Leistung des photovoltaischen Laminats 1 auswirken könnten (wie in Figur 2 und 6 durch die Pfeile 22 dargestellt). Während dieses dritten Schritts C nimmt der Druck in der Laminierkammer 5 ab und erreicht einen zweiten vorbestimmten Schwellendruck P_{Sch2} , und die Temperatur des Schichtstapels 10 steigt wie durch die Kurven 35, 37, 39 gezeigt an.

[0076] Wenn die Platte 24 eine zu geringe Dicke und/oder eine zu geringe thermische Trägheit und/oder einen zu geringen Oberflächen-/Gesamtwärmewiderstand aufweist (Kurve 39), wird die Polymerisationsschwellen- oder die Glasktemperatur 32 erreicht, bevor die Entgasung abgeschlossen ist. Somit beginnt die Polymerisationsreaktion bevor die Laminierkammer 5 entgast ist und Luft und/oder Gasdämpfe bleiben zwischen und in den Schichten des Stapels erhalten. Außerdem ergibt die Vernetzung vor dem Pressen keine gute Haftung zwischen den Schichten des Stapels 10. Bei thermoplastischem Material löst das Erreichen der Glasktemperatur vor dem Pressen einen Materialfluss und unkontrollierte Verkapselung aus. So kommt es zur Bildung von Bläschen in den vernetzten Verkapselungsschichten 11, 13, zu Haftproblemen oder zu Materialfluss, was sich auf die Leistung des photovoltaischen Laminats 1 auswirkt.

[0077] Am Ende des dritten Schritts C ist der Druck in der Laminierkammer 5 geringer als 20 mbar, beispielsweise geringer als 5 mbar, noch bevorzugter gleich $P_{Sch2} = 1$ mbar. Mit solch einem Druck in der Laminierkammer 5 wird die Bildung von Bläschen zwischen einzelnen Schichten des Stapels vermieden. Dieser Druck wird direkt vor Beginn des vierten Schritts D des Pressens erreicht. Wie durch Kurve 35 dargestellt erreicht der Schichtstapel 10 die vorbestimmte Schwellentemperatur 32 für die Polymerisation oder den Glasübergang direkt nach Beendigung der Entgasung im dritten Schritt C aufgrund der Verwendung der Platte 24 mit einer vorbestimmten thermischen Trägheit und/oder einem vorbestimmten Oberflächen-

/Gesamtwärmewiderstand.

[0078] Der vierte Schritt D wird dann durch die Verwendung der beweglichen oberen Platte 9 durchgeführt, die auf den Schichtstapel 10 presst, um das photovoltaische Laminat 1 zu erzeugen, wie durch Kurve 33 dargestellt ist. Dieser vierte Schritt D des Pressens stellt die Erzeugung einer starken Haftung zwischen den einzelnen Schichten des Stapels sicher, um das laminierte photovoltaische Laminat 1 zu erhalten, und vermeidet jegliche Leerräume im Laminat 1. Vorteilhafterweise ist der durch die bewegliche obere Platte 9 auf dem Schichtstapel erzeugte Druck im Wesentlichen 1 bar. Dieser angelegte Druck muss hoch genug sein, um die einzelnen Schichten des Stapels zusammenzupressen, darf aber nicht zu hoch sein, um die Komponenten der einzelnen Schichten des Stapels nicht zu beschädigen. Wenn der Druck zu hoch ist, kann er außerdem einige Schichten des Stapels beschädigen oder zu viel schädliches Material in diesem vierten Schritt D des Pressens zum Fließen bringen.

[0079] Um die Haftung zwischen den einzelnen Schichten des Stapels sicherzustellen, muss der vierte Schritt D nach Beendigung der Entgasung und vor Erreichen der vorbestimmten Polymerisationsschwellen- oder Glasktemperatur 32 durch den Schichtstapel 10 durchgeführt werden.

[0080] Wenn die Temperatur des Schichtstapels 10 niedriger als diese Polymerisationsschwellentemperatur ist, vernetzen sich die Verkapselungsfolien 11, 13 nicht und die Haftung zwischen den einzelnen Schichten des photovoltaischen Laminats 1 wäre nicht garantiert. Wie durch Kurve 37 dargestellt liegt die Temperatur des Schichtstapels 10 zu Beginn des vierten Schritts D unter der vorbestimmten Schwellentemperatur 32 zur Polymerisation oder zum Glasübergang der Verkapselungsfolien 11, 13, weil die Platte 24 der Trägerstruktur 23 eine zu große Dicke t oder eine zu hohe thermische Trägheit oder einen zu hohen Oberflächen-/Gesamtwärmewiderstand aufweist. So würde die Vernetzung oder der Glasübergang der Verkapselungsfolien 11, 13 nicht stattfinden und die starke Haftung zwischen den einzelnen Schichten wäre nicht garantiert.

[0081] Um diesen Nachteil zu überwinden, kann es möglich sein, einen Temperatursensor (nicht dargestellt), z. B. ein Infrarotthermometer, in die Laminierkammer 5 einzubauen. Durch die Verwendung von solchen Sensoren kann der Pressschritt D durchgeführt werden, sobald der Schichtstapel 10 eine vorbestimmte Schwellentemperatur T_{sch} 32 erreicht hat. Die Verwendung einer Platte 24 mit einer zu großen Dicke t oder einer zu hohen thermischen Trägheit und/oder einem zu hohen Oberflächen-/Gesamtwärmewiderstand führt zu einer Verlängerung der Verarbeitungszeiten und wäre nicht notwendigerweise kosteneffektiv.

[0082] Die obigen Ausführungsformen sind veranschaulichende und nicht einschränkende Ausführungsformen. Natürlich sind im Lichte der obigen Lehren zahlreiche Modifikationen und Variationen der vorliegenden Erfindung möglich, ohne vom Erfindungskonzept abzuweichen. Es versteht sich daher, dass die Erfindung auch auf andere Weise praktiziert werden kann als spezifisch beschrieben ist. Fachleute auf dem Gebiet der Erfindung sind in der Lage, einen Temperatursensor einzusetzen, um den Temperaturanstieg im Schichtstapel 10 nachzuverfolgen und die Dicke t oder die thermische Trägheit der Platte 24 anzupassen oder die Bewegung der beweglichen oberen Platte 9 zu steuern, wenn beispielsweise der Schichtstapel 10 die Polymerisationsschwellentemperatur oder den Glasübergang 32 erreicht.

[0083] Somit ist eine Verbesserung des Laminiervorgangs für die Herstellung eines photovoltaischen Laminats 1 durch Verkapselung mithilfe der Trägerstruktur 23 mit einer Platte 24 mit einer vorbestimmten Dicke t und einer vorbestimmten thermischen Trägheit möglich. Die Verwendung einer solchen Platte 24 verzögert in der Tat den Beginn der Polymerisation, auch wenn die Laminiervorrichtung 3 auf eine vorbestimmte konstante Temperatur erhitzt wird, die im Allgemeinen der Polymerisationsschwellen- oder Glasktemperatur 32 der verwendeten Verkapselungsfolien entspricht, um eine Entgasung der Laminierkammer 5 vor Beginn der Polymerisationsreaktion oder Materialerweichung zu ermöglichen, die Gegenwart von Bläschen zwischen den Schichten des Stapels zu vermeiden und eine gute Leistung des durch diesen Vorgang erhaltenen photovoltaischen Laminats 1 sicherzustellen.

Ansprüche

1. Laminiervorgang, insbesondere zur Herstellung von photovoltaischen Laminaten (1) durch Verkapselung, unter Verwendung einer Laminiervorrichtung (3), die eine Laminierkammer (5) mit einer Basisplatte (7) und einer beweglichen oberen Platte (9) umfasst, wobei der Laminiervorgang folgende Schritte umfasst:
 - Erhitzen der Basisplatte (7) auf eine vorbestimmte Temperatur,
 - Anordnen (A) eines Schichtstapels (10) zur Bildung des photovoltaischen Laminats (1) in der Laminierkammer (5) zwischen der Basisplatte (7) und der beweglichen oberen Platte (9),
 - Auspumpen (B) und Entgasen (C) der Laminierkammer (5) unter Verwendung einer Vakuumpumpe (21),
 - Pressen (D) des Schichtstapels (10) mit der beweglichen oberen Platte (9) für eine vorbestimmte Dauer, um einen Laminierschritt auszuführen,
 - Belüften der Laminierkammer (5) und
 - Entnehmen des gebildeten laminierten photovoltaischen Laminats (1) aus der Laminierkammer (5),wobei der Schichtstapel (10) auf einer Trägerstruktur (23) angeordnet wird, die konfiguriert ist, um eine vorbestimmte thermische Trägheit, einen vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand und einen vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand zwischen der Basisplatte (7) und dem Schichtstapel (10) bereitzustellen, um den Temperaturanstieg des Schichtstapels (10) zu verlangsamen und die Polymerisation oder den Glasübergang zwischen den Schichten des Stapels zu verzögern.
2. Laminiervorgang nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerstruktur eine Platte (24) aus Metall, Glas, Glas mit wärmeleitfähigen Partikeln, einem Polymer, einem Phasenänderungsmaterial, Keramik oder einer Kombination daraus ist.
3. Laminiervorgang nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Platte (24) eine Dicke (t) zwischen 0,1 mm und 20 mm, noch bevorzugter zwischen 2 mm und 10 mm aufweist.
4. Laminiervorgang nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Basisplatte (7) auf eine konstante Temperatur erhitzt wird, die zwischen 80 °C und 200 °C liegt.
5. Laminiervorgang nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auspump- (B) und Entgasungsschritt (C) für eine Dauer von weniger als 10 Minuten, insbesondere zwischen 30 s und 2 min ausgeführt werden.
6. Laminiervorgang nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Platte (24) eine vorbestimmte thermische Trägheit, einen vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand in Bezug auf die Basisplatte (7) und einen vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand aufweist, sodass die Schritte des Auspumpens (B) und Entgasens (C) abgeschlossen sind, bevor der Schichtstapel (10) eine vorbestimmte Schwellentemperatur für die Polymerisation oder für den Glasübergang (32) erreicht.
7. Laminiervorgang nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt (D) des Pressens nach einer vorbestimmten Zeit nach dem Schritt (A) des Anordnens der Trägerstruktur (23) mit dem Schichtstapel (10) in der Laminierkammer (5) durchgeführt wird.
8. Laminiervorgang nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt (D) des Pressens durchgeführt wird, sobald der Druck in der Laminierkammer (5) niedriger ist als eine vorbestimmte Schwelle.
9. Laminiervorgang nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vorbestimmte Schwelle 20 mbar, noch bevorzugter 1 mbar beträgt.

10. Laminiervorgang nach Anspruch 9 in Kombination mit Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Platte (24) eine vorbestimmte thermische Trägheit, einen vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand in Bezug auf die Basisplatte (7) und einen vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand aufweist, sodass die vorbestimmte Schwellentemperatur für die Polymerisation oder den Glasübergang (32) der Verkapselungsfolien (11, 13) noch nicht erreicht ist, wenn der Druck in der Laminierkammer (5) gleich 1 mbar ist.
11. Laminiervorgang nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägerstruktur (23) mechanische Federn (27) umfasst, die konfiguriert sind, um durch Einwirken des Drucks der beweglichen oberen Platte (9) auf den Schichtstapel (10) zu kollabieren, um die Trägerstruktur (23) während des Pressschritts (D) in Kontakt mit der Basisplatte (7) zu bringen.
12. Laminiervorrichtung (3), insbesondere zur Herstellung von photovoltaischen Laminaten (1) durch Verkapselung, wobei die Laminiervorrichtung (3) eine Basisplatte (7), die zum Erhitzen auf eine vorbestimmte konstante Temperatur konfiguriert ist, und eine bewegliche obere Platte (9) umfasst, die zum Pressen auf einen Schichtstapel (10) zur Herstellung des photovoltaischen Laminats (1) konfiguriert ist, wobei die Laminiervorrichtung (3) außerdem eine Trägerstruktur (23) umfasst, auf welcher der Schichtstapel (10) angeordnet wird und die konfiguriert ist, um eine vorbestimmte thermische Trägheit, einen vorbestimmten Gesamtwärmewiderstand und einen vorbestimmten Oberflächenwärmewiderstand zwischen der Basisplatte (7) und dem Schichtstapel (10) bereitzustellen, um den Temperaturanstieg des Schichtstapels (10) zu verlangsamen und die Polymerisation und/oder den Glasübergang zwischen den Schichten des Stapels zu verlangsamen.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

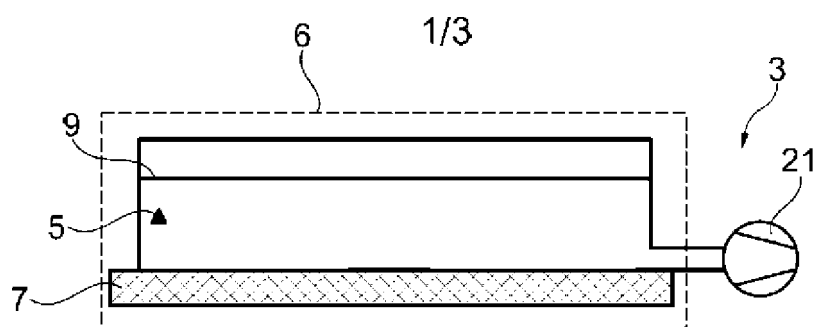


Fig. 1

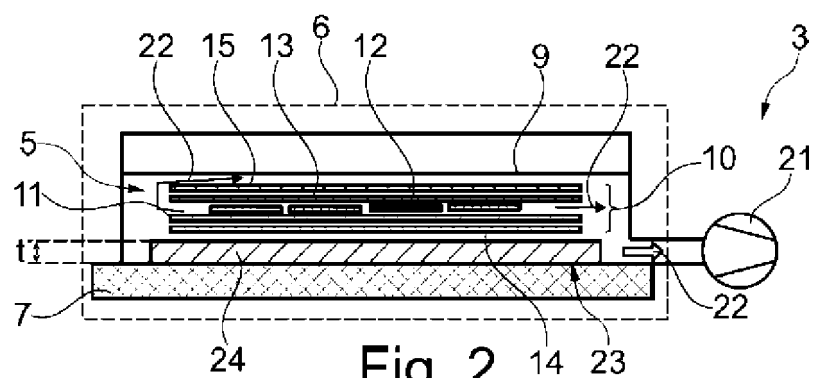


Fig. 2

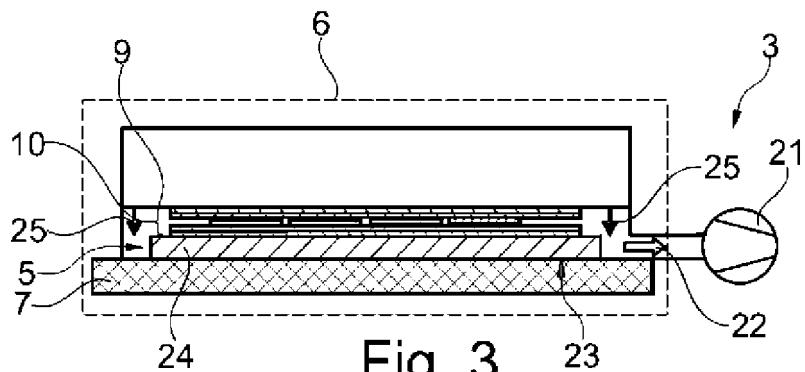


Fig. 3

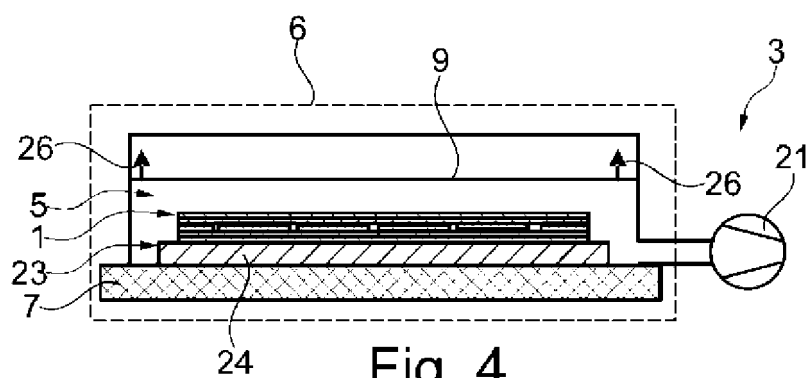


Fig. 4

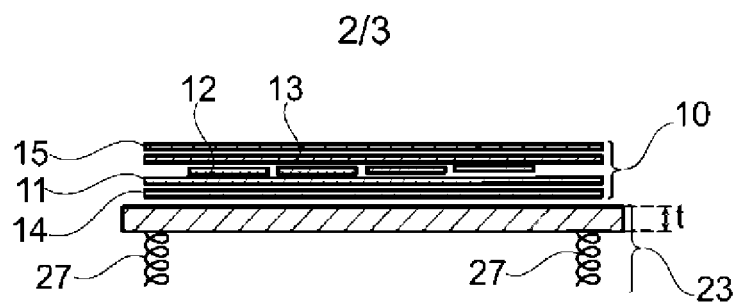


Fig. 5

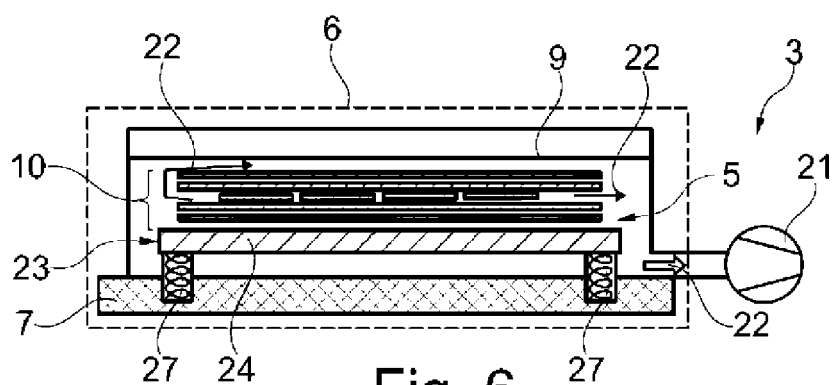


Fig. 6

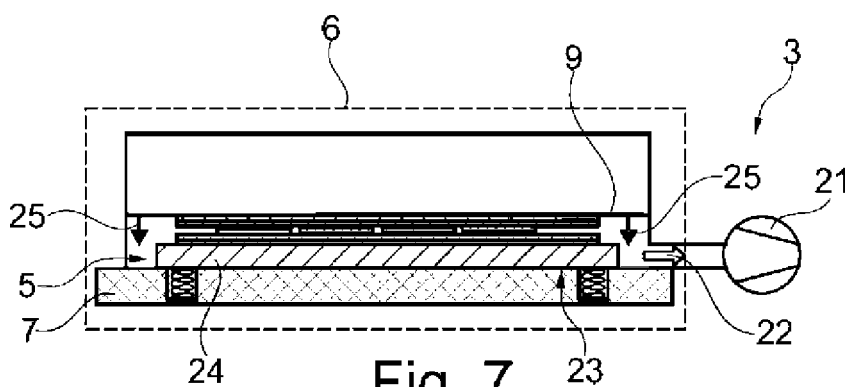


Fig. 7

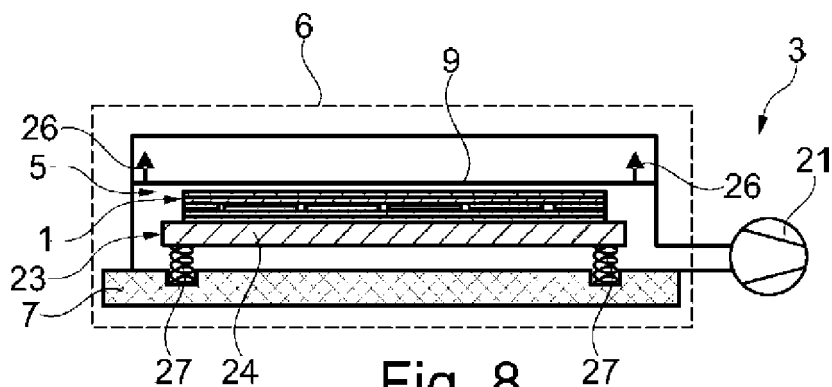


Fig. 8

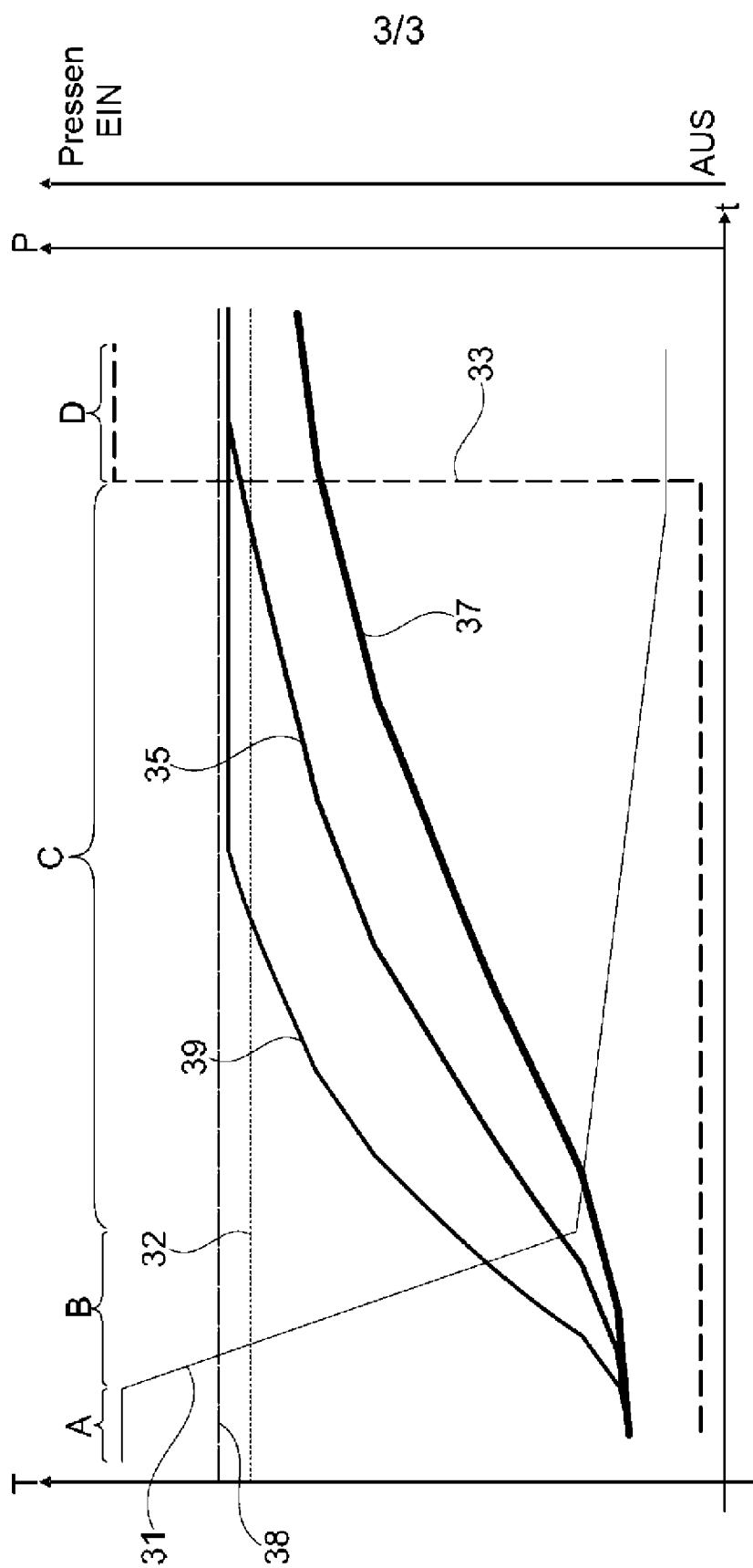


Fig. 9

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B32B 37/10 (2006.01); **B32B 37/06** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
B32B 37/10 (2013.01); **B32B 37/06** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B32B

Konsultierte Online-Datenbank:
WPI, EPODOC, Depatisnet

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **09.05.2018** eingereichten Ansprüchen **1 - 12.** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 8865505 B2 (NAKAHAMA HIDENARI [JP], IIDA HIROTAKA [JP], NAKANO HIROSHI [JP]) 21. Oktober 2014 (21.10.2014) Figuren 3, 4; Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 49; Spalte 8, Zeilen 38 - 50; Spalte 10, Zeilen 8 - 58; Patentanspruch 1.	1, 3 - 9, 12
Y	- - - " - - - " - - -	1 - 9, 12
Y	US 2004171187 A1 (KATAOKA ICHIRO [JP], TAKABAYASHI AKIHARU [JP], SHIOTSUKA HIDENORI [JP]) 02. September 2004 (02.09.2004) Figuren 1, 4; [0039] - [0046], (0060) - [0063], Beispiel, Patentansprüche.	1 - 9, 12.
A	US 6149757 A (CHIKAKI YOSHIRO [JP], ITO MASAFUMI [JP], KIRINO TSUGIO [JP]) 21. November 2000 (21.11.2000) Figuren 1, 3 - 7, Spalte 5, Zeilen 21 - 66; Patentansprüche 1, 10 - 12.	1, 12.
A	WO 2011158147 A1 (3S SWISS SOLAR SYSTEMS AG [CH], BRIAN DONAT [CH]) 22. Dezember 2011 (22.12.2011) Seite 14 - Seite 18, 2.Absatz; Figuren 1, 4.	1, 12

Datum der Beendigung der Recherche:
19.04.2019

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

BAUMSCHABL Franz

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.