

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 390/2012
 (22) Anmeldetag: 30.03.2012
 (45) Veröffentlicht am: 15.01.2019

(51) Int. Cl.: **E06B 3/67** (2006.01)
E06B 9/24 (2006.01)
H01L 31/0236 (2006.01)
H01L 31/042 (2014.01)
H01L 31/05 (2014.01)
H01L 31/18 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 WO 2009121180 A1
 EP 2423980 A2
 WO 03079448 A1

(73) Patentinhaber:
 ÖSTERREICHISCHES FORSCHUNGS- UND
 PRÜFZENTRUM ARSENAL GESELLSCHAFT
 M.B.H.
 1210 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
 Rennhofer Marcus Dr.
 1200 Wien
 Berger Karl Anton Dipl.Ing.
 2511 Pfaffstätten (AT)

(74) Vertreter:
 Wildhack & Jellinek Patentanwälte OG
 1030 Wien (AT)

(54) Photovoltaik Fenster- und/oder Fassadenelement

(57) Die Erfindung betrifft ein neues Verfahren zur Herstellung eines licht- und sichtdurchlässigen oder opaken Fenster- oder Fassadenelements (100) mit einer großen Zahl von miteinander elektroverbundenen, zu Photovoltaikmodulen verschalteten Photovoltaikelementen (11),
 - wobei die mit Photovoltaikelementen (15) gebildeten
 - Photovoltaikzellen durch gerichtete Abscheidung von Photovoltaikmaterial hergestellt werden,
 - wobei dies bei kontinuierlicher Aufrechterhaltung von Gasatmosphäre oder Vakuum erfolgt, indem
 a) auf in Richtung (+R5) hin ausgerichteten, positiven Mantelflächen (41, 22) der Oberfläche (O) einer Scheibe (2, 4) unter Abschattung der die positiven Mantelflächen (41, 22) miteinander verbindenden und Gegenrichtung (-R5) weisenden, negativen Prismenflächen (42, 21) unter einem Winkel (α') ein Fluidstrahl (S1) mit Kontaktmaterial (30) für die Abscheidung der PV-Elementrückseitenkontakte (2') gerichtet wird, indem
 b) auf einen oberen Teilbereich (42', 21') der abgeschatteten - in Gegenrichtung (-R5) ausgerichteten - Prismenflächen (42, 21) unter Winkel ($-\beta'$), ein ebensolcher Elektrokontaktmaterialstrahl (S2) unter Abscheidung - stromleitender Zellverbinder (3') aufgebracht wird,

c) in Richtung (+R5) auf den Rückseitenkontakten (2') mit dem Photovoltaikmaterialstrahl PV-Elementkernbereich (4') abgeschieden wird, und
 d) in Richtung (+R5) auf die PV-Kernbereiche (4') unter Anbindung an die mit den Rückseitenkontakten (2') elektroverbundenen Zellverbinder (3') - ein Elektrokontaktmaterialstrahl gerichtet wird.

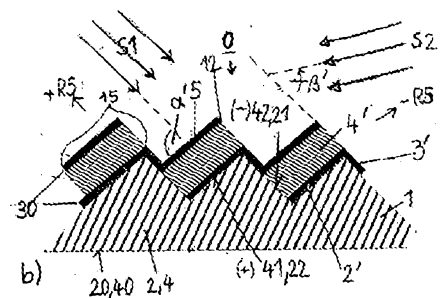


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein neues Verfahren zur Herstellung eines licht- und sichtdurchlässigen oder opaken Fenster- und/oder Fassadenelements, welches mit einer großen Zahl von miteinander stromleitend verbundenen, zu Photovoltaikmodulen verschalteten Photovoltaikelementen ausgestattet ist,

[0002] - welches als beidseitig eine glatte, vorzugsweise ebene, Außen-Oberfläche aufweisende Mehrschicht-Verbundplatte mit zwei mittels licht-transparentem Material flächig aneinander laminierten Scheiben ausgebildet ist, von denen eine, nämlich die für Lichteinfall und Stromgenerierung vorgesehene, dem einfallenden Licht zugewandte Scheibe nur zu dem Laminiermaterial hin eine dreidimensional strukturierte Oberfläche aufweist und mit einer großen Anzahl von, regelmäßig in gleichen Abständen voneinander angeordneten, Dreiecks- oder Trapezquerschnitt mit Mantelflächen aufweisenden, Erhebungen, vorzugsweise dachartigen Rippen bzw. Prismen, ausgebildet ist, und

[0003] - wobei auf den jeweils in einer Hauptrichtung hin ausgerichteten, dem Lichteinfall in Lichteinstrahlrichtung zugewandten Mantelflächen zu Photovoltaikzellen, verschaltete Dünnschicht-Photovoltaikelemente, angeordnet sind,

[0004] - während die anderen in der Gegenrichtung ausgerichteten Mantelflächen von Photovoltaikelementen freigehalten sind.

[0005] Gemäß diesem neuen Verfahren kann ein strukturiertes Photovoltaik-Fenster- oder -Fassadenelement hergestellt werden, welches ohne weitere montierte Teile sowohl Energieerzeugung, als auch Lichtkonzentration und Lichtlenkung und nicht zuletzt auch Verschattung gleichzeitig ermöglicht.

[0006] Das neue Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die mit den Dünnschicht-Photovoltaikelementen gebildeten - Photovoltaikzellen durch gerichtete Abscheidung von Photovoltaik-Material hergestellt werden,

[0007] - indem - unter kontinuierlicher Aufrechterhaltung einer Gasatmosphäre oder eines Vakuums während des gesamten Herstellungsprozesses unter Vermeidung jeglicher Aussetzperioden -

[0008] a) auf eine große Zahl von, nach einer einheitlichen, Richtung hin ausgerichteten, positiven Mantelflächen der drei-dimensional strukturierten Oberfläche der elektrisch nicht leitenden Scheibe unter Abschattung der die positiven Mantelflächen miteinander verbindenden und in entgegengesetzte Richtung ausgerichteten, negativen Mantelflächen unter einem, gegebenenfalls rechten, Winkel ein Materiegas- oder Flüssigkeitsstrahl mit einem Elektro-Kontaktmaterial zur Abscheidung der Rückseiten-Kontakte der Photovoltaikelemente gerichtet wird, indem weiters

[0009] b) auf einen oberen Bereich bzw. bandartigen Teilbereich der gemäß a) abgeschatteten - in entgegengesetzter Richtung ausgerichteten - Mantelflächen unter einem Winkel, gegebenenfalls kleiner als 90°, ein Gas- oder Flüssigkeitsstrahl mit einem, dem Elektro-Kontaktmaterial gemäß a) gleichen, Elektro-Kontaktmaterial unter Abscheidung - von stromleitenden Zell-Verbindern aufgebracht wird,

[0010] c) weiters dann unter (Wieder-)Einstellung der unter a) eingehaltenen Gas- oder Flüssigkeitsstrahlrichtung auf den - auf den wie unter a) genannten Mantelflächen abgeschiedenen - Rückseitenkontakten, mittels mit Photovoltaikmaterial beaufschlagter Gas- oder Flüssigkeitsstrahlen jeweils die für die Bildung des stromliefernden Kernbereiches der Photovoltaikelemente vorgesehene Zell-Architektur abgeschieden wird, und indem

[0011] d) schließlich unter Beibehaltung der Gas- oder Flüssigkeitsstrahl-Richtung gemäß a) oder c) auf die Außenflächen der Kernbereiche der Einzel-Photovoltaikelemente gemäß c) jeweils unter Anbindung an die mit den gemäß a) abgeschiedenen Rückseitenkontakten elektrisch verbundenen Zellverbinder - ein Gas- oder Flüssigkeitsstrahl mit einem für die Ab-

scheidung der Frontkontakte vorgesehenen Elektro-Kontaktmaterial der Photovoltaik-elemente gerichtet wird.

[0012] Das nach dem neuen Verfahren herstellbare Produkt ist ein an seiner Oberfläche oder an einer "Zwischenfläche" dreidimensional strukturiertes, im wesentlichen plattenartiges Photovoltaik-Fassadenelement, bzw. ein derartiges Modul.

[0013] Es besteht aus einem Zweischeibenlaminat oder Mehrscheiben-Sicherheitsglas-Verbund, das oder der im speziellen eine topografisch strukturierte, also mit dreidimensionalen, regelmäßigen Erhebungen geformte Scheibe, oder Platte, z.B. aus Glas, beinhaltet, auf welcher Photovoltaik-elemente bzw. -zellen aufgebracht sind. Diese können auf Basis von Dünnschicht-technologien hergestellt sein, wie sie in der AT 512677 B näher beschrieben sind.

[0014] Durch die Oberflächenstruktur, also insbesondere durch dreidimensionale, regelmäßige, z.B. prismatische Erhebungen einer mit der Dünnschichtphotovoltaik versehenen Scheibe, die z.B. durch den Kammwinkel α der Prismen bzw. durch dessen beide Teilwinkel β und γ und die Höhe h_d der Struktur-Erhebungen, also z.B. Prismen, charakterisiert ist, kann oder können durch Wahl von verschiedenen Werten für die Teilwinkel β und γ und sowie für h_d , jeweils ein oder mehrere Zweck(e) mittels der neuen Fassade und/oder des erfindungsgemäßen Fensters erfüllt werden.

[0015] Das sind insbesondere

[0016] a) ein abgeminderter Durchtritt der Einstrahlung in einen Innenraum,

[0017] b) ein reduzierter Wärmeeintrag bei hohem Sonnenstand,

[0018] c) die Lichtlenkung des natürlichen Lichts bei tiefem Sonnenstand, z.B. an die Decken von Räumen,

[0019] d) eine Durchsicht aus Räumen eines Bauwerks nach außen ohne Blendung,

[0020] e) die Erzeugung elektrischer Energie mittels der in die neuen Fensterelemente integrierten Photovoltaik (PV),

[0021] f) die Konzentration des einfallenden Lichts auf die einzelnen Photovoltaikzellen und nicht zuletzt

[0022] g) eine ansprechende architektonische Wirkung, also ein homogenes, planes Erscheinungsbild trotz der dreidimensionalen Topografie auf einer Seite oder zwischen den Scheiben.

[0023] In der konventionellen Anwendung sollen Fenster und Glasfassaden Tageslicht in Innenräume lassen, weiters thermische Isolation, Wetter- und Schallschutz bieten, sowie Durchsicht, vor allem von innen nach außen, ermöglichen. Das einfallende Licht soll aber weiters keine Blendung und/oder Überhitzung der Innenräume verursachen.

[0024] Gemäß dem Stand der Bautechnik werden in den meisten Fällen Einscheibengläser, Mehrscheibenglas-Verbunde oder Glas-Glas-Lamine in einem Mehrscheibenverbund-Glasfenster in der Fassade eingebaut. Auch Ausführungsformen als Sonnenschutzglas, z.B. mittels infrarotblockierender Beschichtung sind möglich. Diese Einbauten bringen meist hohe Lichteinträge, jedoch geringen Blendschutz. Dies führt zumindest im Sommer zu Überhitzung der Innenräume und zu einer oft als unangenehm empfundenen Blendwirkung, die beispielsweise an Computerarbeitsplätzen nicht erwünscht ist.

[0025] Alle weiteren bekannten verschattenden Elemente, also z.B. Außenjalousien, Verschattungspaneele, Innenjalousien oder Innenrollos müssen zusätzlich zu den fertigen Fenstern bzw. Fassadenelementen erzeugt und montiert werden, um einen Blendschutz zu ermöglichen.

[0026] Lichtlenkende Systeme, wie z.B. Außen- oder Innenjalousien, werden ebenfalls zusätzlich zu den fertigen Fenstern bzw. Fassadenelementen montiert. Sie ermöglichen meist, variabel zwischen Lichtlenkung oder Verschattung bzw. Blendschutz umzuschalten.

[0027] Es sind weiters auch photovoltaische Fenster- oder Fassaden-Elemente als Verschattungselemente bzw. als Blendschutz konventionell erhältlich und üblich, die aktiv elektrische Energie erzeugen. Diese bekannten Elemente zur gebäudeintegrierten Photovoltaik weisen Teiltransparenz auf, und basieren z.B. auf kristallinen Technologien zwischen beispielsweise 15 cm x 15 cm großen photovoltaischen Zellen und/oder Lochungen in den Zellen, oder Semitransparenz zwischen etwa 5 mm x 1 cm großen Dünnschichtzellen.

[0028] Eine vom Sonnenstand abhängige Verschattung wird gemäß dem Stand der Technik beispielsweise auch dadurch erzielt, dass zwei mit horizontalen photovoltaischen Streifen versehene Glasscheiben in geringem Abstand und versetzt zueinander montiert werden, vgl. Sonnenschutzvorrichtung nach DE 10 2007 013 331 A1.

[0029] Die Vor- und Nachteile der einschlägigen Lösungen des Stands der Technik sind insbesondere folgende:

[0030] Wird lediglich ein konventioneller Sonnenschutz montiert, ist meist ein Verschattungselement von oben nach unten zu ziehen, wie z.B. Außenjalousien, Verschattungspaneel, Innenjalousien oder Innenrollos, und im Falle eines Blendschutzes wird der Lichteintrag über den gesamten Fenster- bzw. Fassadenbereich stark vermindert und es wird dann meist eine zusätzliche Innenraumbeleuchtung notwendig. Das ist insbesondere energietechnisch nicht rentabel.

[0031] Lichtlenkende Systeme ermöglichen meist variabel zwischen Lichtlenkung oder Verschattung bzw. Blendschutz umzuschalten, müssen aber ebenfalls zusätzlich montiert werden, was einen erheblichen Material- und Kostenaufwand bedeutet.

[0032] Photovoltaik-elemente:

[0033] Bisher bekannt gewordene photovoltaische Fassadenelemente ermöglichen neben der Gewinnung von Strom eine konstante Verschattungswirkung und damit einen Blendschutz und durchaus auch eine gewisse Durchsicht nach außen. Sie bieten eine homogene Verschattung bzw. Semitransparenz oder ein kontrastreiches Schattenmuster, also eine Teiltransparenz.

[0034] Nachteilig ist, dass die Verschattungswirkung und damit der Blendschutz sowie der Lichteintrag unabhängig von Jahreszeit und Sonnenstellung immer gleich bleibt. Diese bekannten Systeme erzeugen zwar aktiv Energie, aber durch den Winkel zum Horizont von 90°, also in Folge der vertikalen Ausrichtung beträgt der Lichteintrag auf die photovoltaischen Zellen nur etwa 70% des maximal möglichen Lichteintrags.

[0035] Eine jeweils ideale Ausrichtung ist nur bei Einsatz von photovoltaischen Verschattungspaneelen möglich. Diese müssen aber wiederum zusätzlich montiert werden.

[0036] Bei einem bekannten photovoltaischen System gibt es eine Systemlösung mit zwei Glasscheiben mit streifenförmigen photovoltaischen Zellen. Dabei bestimmen der Abstand der Glasscheiben, der Abstand der photovoltaischen Streifen voneinander sowie deren Breite die Winkel, unter denen Durchsicht, Lichteintrag oder Blendschutz erfolgen.

[0037] Nachteil dieses bekannt gewordenen Systems ist, dass, um einen Blendschutz zu erzielen, das Licht von schräg oben blockiert werden muss. Damit ist ein Lichteintrag im Sinne einer Lichtlenkung zur Decke und damit in die Raumtiefe nicht möglich. Weiters ist je nach Stellung des Betrachters, in der Raumtiefe, am Fenster, sitzend oder stehend, eine immer andere und immer nur teilweise Durchsicht möglich, und der Himmel ist gar nicht sichtbar.

[0038] Alle nicht völlig in der Fenster-, oder Fassadenfläche integrierten Systeme im Außenbereich, also z.B. Jalousien, Rollos, Verschattungspaneel, Photovoltaik-Paneele u.dgl. können bei hohen Windgeschwindigkeiten, wie z.B. ab etwa 100km/h, nicht oder nur sehr bedingt eingesetzt werden.

[0039] Zusätzlich erfordern alle nicht völlig in die Fenster- oder Fassadenfläche integrierten Systeme einen wesentlichen Montageaufwand, also Mehrkosten und zusätzliche Mehrkosten dadurch, dass zwei Systeme, also z.B. Fenster und Verschattungselemente, mit getrennten

Funktionalitäten, an Stelle eines fenster- oder fassadenintegrierten multifunktionalen Systems, welches die Einsparung von „Sublimationskosten“ ermöglicht, eingesetzt werden müssen.

[0040] Ergänzend ist eine paneelartige Struktur für das Einfangen von Strahlungsenergie zu erwähnen, wie sie die WO 00/77458 A1 zeigt. Diese WO-A1 beschreibt ein Fensterelement mit einer großen Anzahl von miteinander stromleitend verbundenen und zu Photovoltaikmodulen verschalteten Photovoltaikelementen, wobei das Fensterelement als eine beidseitig im Wesentlichen eine glatte Außenoberfläche aufweisende Mehrschicht-Verbundplatte ausgebildet ist, die für den Lichteinfall und die Stromgenerierung vorgesehene Scheibe nur zur Innenseite hin eine durch regelmäßig angeordnete dreiecksförmige Erhebungen dreidimensional strukturierte Oberfläche aufweist, wobei auf den jeweils in derselben Richtung verlaufenden Flächen der so gebildeten Rippen Photovoltaikelemente angeordnet sind, während die jeweils gegenüber liegenden Flächen freigehalten sind.

[0041] Mittels eines licht-transparenten Materials aneinander laminierte Scheiben in Bezug auf (transparente) Fensterelemente sind dort nicht gezeigt, zumal der vorteilhafte Effekt eines gasgefüllten Spaltes explizit Erwähnung findet und auch dem üblichen Aufbau moderner Fensterscheiben entspricht. In Bezug auf verspiegelte Elemente ist dort auch ein Laminiere von Front- und Deckscheibe erwähnt.

[0042] Zum Stand der Technik seien ergänzend EP 2423980 A2 und WO 03079448 A1 genannt.

[0043] Der gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Gegenstand ist, wie schon eingangs ausgeführt, ein strukturiertes Photovoltaik-Fenster- und - Fassadenelement, welches eine auf einer Seite dreidimensional speziell strukturierte Scheibe, z.B. aus Weißglas - oder aus einem anderen, eventuell auch opaken, Trägermaterial - aufweist, auf welcher die Photovoltaik-Elemente, z.B. mittels eines Verfahrens aufgebracht ist, wie es in der oben genannten AT-B beschrieben ist.

[0044] Die speziellen Eigenschaften der auf diese Weise produzierten platten- bzw. scheibenartigen photovoltaischen Elemente werden durch eine strukturierte, d.h. mit dreidimensionalen regelmäßigen, beispielsweise prismatischen, Erhebungen geformte Oberfläche erzielt, welche sich durch die beiden Prismenkamm-Teilwinkel β und γ und durch die Höhe hd der Struktur, also insbesondere der Prismen auszeichnet, sowie durch eine auf bestimmten Teilflächen befindliche, photovoltaisch aktive Beschichtung bzw. Teilflächen-Beschichtung. Der Einbau erfolgt zweckmäßigerweise in einem Zweischeibenlaminat oder im Rahmen eines Mehrscheiben-Verbundsicherheitsglas- Fensterverbunds, siehe beispielhaft DE 296 05 510 U1.

[0045] Die zusätzlichen Scheiben dienen auch als Schutz, insbesondere als Witterungsschutz für die photovoltaisch aktiven Elemente, z.B. gegen Wasserdampf, Sauerstoff und gegebenenfalls in der Luft vorhandene gasförmige Chemikalien.

[0046] In einem Zweischeibenlaminat kann die strukturierte, photovoltaisch aktive Seite die Innenseite einer Außenscheibe gemäß der "Superstratgeometrie" oder die nach außen weisende Seite einer Innenscheibe gemäß der "Substratgeometrie" bilden.

[0047] In einem Mehrscheibenverbund wird das strukturierte Dünnschichtphotovoltaik- Fenster- oder -Fassadenelement als ganz außen liegende(s) Scheibe bzw. Laminat eingebaut. Dabei kann die strukturierte, photovoltaisch aktive Scheibe ebenfalls in "Superstratgeometrie" oder "Substratgeometrie" eingebaut werden.

[0048] Im Rahmen der Erfindung bevorzugt ist ein neues Fenster- und/oder Fassadenelement, bei welchem die zueinander parallel verlaufenden Rippen bzw. Prismen mit, gegebenenfalls gleichschenkeligen, Dreiecks-Querschnitt einen Scheitelwinkel im Bereich von 45 bis 120°, vorzugsweise von 75 bis 115°, aufweisen.

[0049] Es hat sich weiters als vorteilhaft erwiesen, wenn die zueinander parallel verlaufenden Rippen bzw. Prismen - gemessen von der Basislinie der Dreieck-Querschnittsfläche- eine Höhe von 1 bis 10mm, insbesondere von 5mm, und eine Länge der Basislinien von 2mm bis 25mm,

vorzugsweise von 10mm, aufweisen.

[0050] Weiters hat sich die Herstellung eines neuen Fenster- und/oder Fassadenelements als günstig erwiesen, mit welchem eine hohe Flexibilität beim Einsatz der neuen Fenster- und Fassadenelemente bei unterschiedlichen, geografischen Breiten, Sonnenständen, und Witterungsverhältnissen erreicht wird, nämlich dann wenn die mit den Photovoltaik-elementen auf regelmäßig zeitig angeordneten Dreiecksprismen Teilflächen ausgestatteten, im wesentlichen vertikal ausgerichteten Photovoltaik-Scheiben oder -Platten

[0051] i) für eine etwa 50%ige Abschattung der Prismen aufweist, deren Prismenkantenwinkel 80 bis 100° beträgt, wobei die Teilwinkel 40 bis 50° und 50 bis 40° aufweisen und sich die Grundlinie des Dreieckprismas l_b zur Höhe h_d desselben wie etwa 4:2 bis 3:2 verhält,

[0052] ii) für eine geringe Verschattung und erhöhten Lichtdurchlass Prismen mit einem spitzen Prismenkantenwinkel aufweist, an deren freien Kanten, der Teilwinkel 50 bis 60° und der Teilwinkel der das PV-Element tragenden Teilfläche 10 bis 20° beträgt, und

[0053] iii) für eine hohe Verschattung bei zur Horizontale in geringem Winkel einstrahlendem Licht der Teilwinkel 30 bis 45° und der Teilwinkel der das PV-Element tragenden Teilfläche 85 bis 65°, bei einem stumpfen Prismenkantenwinkel beträgt.

[0054] Die Herstellung des neuen Fenster- oder Fassadenelementes, also insbesondere der Scheibe, welche die dreidimensional strukturierte, stromliefernde Dünnschichtphotovoltaik enthält, kann im wesentlichen in gleicher Weise wie für photovoltaische Fenster- oder Fassadenelemente gemäß dem Stand der Technik üblich erfolgen.

[0055] Im Rahmen der Erfindung ist vorteilhafter Weise vorgesehen, dass als dreidimensional strukturierte Oberfläche aufweisende Scheiben solche eingesetzt werden, deren Oberfläche mit zueinander parallel angeordnete und zueinander parallel ausgerichtete freie Kanten bzw. Kämme und zwischen einander zueinander parallele Täler aufweisenden Dreiecksprismen ausgebildet sind, und dass auf deren alle, den gleichen positiven Neigungs-Winkel zur Scheibenerstreckung aufweisenden, zueinander ebenfalls parallel verlaufenden, bandartigen, die positiven Mantelflächen bildenden Seitenflächen selbst gemäß Anspruch 1, Absatz a) bzw. auf die auf die Außenflächen der auf die soeben genannten Mantelflächen gemäß Anspruch 1, Absatz c) aufgetragenen photovoltaisch aktiven Kernbereiche bzw. Kernbereichs-Schichten der Einzel-Photovoltaik-elemente gemäß Anspruch 1, Absatz d) mittels Gas- oder Flüssigkeitsdruckstrahl das Elektrokontaktmaterial aufgebracht wird und dass letztlich gemäß Anspruch 1, Absatz b) auf die kamm-nahen, bis zu den freien Prismenkanten bzw. -kämmen reichenden bandartigen Teilbereiche der ebenfalls zueinander parallel verlaufenden negativen Mantelflächen ebenfalls mittels Gas- oder Flüssigkeitsdruckstrahl das Elektrokontaktmaterial aufgebracht wird.

[0056] Vorteilhaft ist es im Sinne der Erfindung weiters, wenn Scheiben eingesetzt werden, deren strukturierte Oberfläche mit einer Mehrzahl von, bevorzugt jeweils die gleiche Anzahl von jeweils zueinander parallel verlaufenden Dreiecksprismen untereinander gleicher Dimension, insbesondere gleicher Prismenhöhe aufweisenden, Serien bzw. Paketen von Dreiecksprismen ausgebildet ist, die jeweils voneinander durch Einzel-Dreiecksprismen mit größerer Dimension, insbesondere mit größerer Prismenhöhe, getrennt sind.

[0057] Gemäß dem neuen Verfahren ist vorgesehen, dass zuerst die photovoltaische Struktur auf die strukturierte Oberfläche eines Substrats, aufgebracht wird, wie der AT-B zu entnehmen ist.

[0058] Das resultierende photovoltaische "Halbzeug" wird dann in konventioneller Weise, wie im Fenster- und Fassadenbau üblich, weiter verarbeitet und in Fassaden oder in vorgefertigte Fassadenelemente eingebaut.

[0059] Die Herstellung des photovoltaischen Scheibenelements kann selbstverständlich auch auf jede andere Art erfolgen, die zu einer entsprechenden Oberflächen-Strukturierung des Substrat- oder Superstrat-Materials und damit der PV-Beschichtung führt. Z.B. können auf bestehendes, beidseitig glattes Glas oder andere Trägermaterialien die Prismen aus Glas oder

ähnliche geometrische Gebilde oder Strukturen aufgebracht, z.B. geklebt, werden und auf deren Teilflächen die photovoltaisch aktiven Schichten aufgebracht werden, was allerdings wesentlich höheren Aufwand erfordert.

[0060] Nicht unerwähnt soll bleiben, dass auch andere rasterförmig angeordnete geometrische Gebilde als streifenförmige, zueinander parallel angeordnete Prismen für die Oberflächenstrukturierung in Frage kommen, wie z.B. Raster von Pyramiden.

[0061] Was die einzelnen im fertigen Fenster- oder Fassadenelement eingesetzten Photovoltaikzellen und deren Herstellung betrifft, so ist hierzu folgendes auszuführen:

[0062] Auf ein auf seiner Oberfläche dreidimensional strukturiertes Glas, das wie oben beschrieben herstellbar ist, können an sich die verschiedensten Photovoltaikzellen aufgebracht werden. Es können Zellen im Sinne der AT-B sein, die ein Verfahren zur Herstellung - von mit untereinander in jeweils gewünschter oder technisch bedingter Weise verschalteten Einzel-Dünnschicht-Photovoltaikzellen durch gerichtete Abscheidung der verschiedenen Materialien, wie Elektrokontakt- und -verbindungsmaterial, PV-Material zur Bildung der eben genannten Einzelphotovoltaikzellen unter Schutz stellt.

[0063] Es können aber auch ebenso photovoltaische Zellen oder Zellteile anderer Zelltypen, also z.B. kristallin, organisch, od. dgl. aufgebracht und miteinander verschaltet werden.

[0064] Anstelle von photovoltaisch aktiven Schichten können in gleicher Weise auch andere Schichten mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften eingesetzt werden, wie etwa bloß spiegelnde Schichten zur Lichtlenkung.

[0065] Beim Zweischeibenlaminat wird das strukturierte Glas bzw. das damit gebildete Modul, welches die photovoltaischen Zellen trägt, als Halbzeug mit einer zweiten Transparenzscheibe, insbesondere Glasscheibe, laminiert.

[0066] Beim Mehrscheiben-Verbundsicherheitsglas-Fensterverbund wird das oberflächenstrukturierte Glas, das die photovoltaischen Zellen trägt, als Halbzeug mit einer zweiten Glasscheibe laminiert vorgefertigt und dann in den Mehrscheiben-Verbund eingebaut, oder direkt als Halbzeug in der Fertigung des Mehrscheiben-Verbundsicherheitsglas-Fensterverbunds verbaut.

[0067] Beim Zweischeibenlaminat wird das Laminat als Außenscheibe in einem Fenster, also als Mehrscheiben-Verbundsicherheitsglas-Fensterverbund, vorgefertigt oder für sich als Fixverglasung in der Fassade vor Ort eingebaut.

[0068] Beim Mehrscheiben-Verbundsicherheitsglas-Fensterverbund wird das strukturierte Glas, das die photovoltaische Zellen trägt, als Halbzeug in einem Mehrscheiben-Verbundsicherheitsglas-Fensterverbund vorgefertigt eingebaut. In die Fassade wird dann der ganze Verbund vor Ort eingebaut.

[0069] Die Abmessungen definieren die elektrischen Kenngrößen der Solarzellen und des Solarmoduls und damit des strukturierten Dünnschichtphotovoltaik-Fassadenelementes, d.h. photovoltaischen Moduls. Um für ein strukturiertes Dünnschichtphotovoltaik-Fassadenelement, d.h. ein photovoltaisches Modul, die elektrischen Kennwerte einstellen zu können, können wie in der oben schon öfters genannten AT-B beschrieben, jeweils mehrere seriell verschaltete Zellen zu Blöcken zusammengefasst werden, die dann beispielweise im Modul-Randbereich parallel verschaltet werden können. Damit erhöht man den Nennstrom und reduziert gleichzeitig die Nennspannung. Der Vorgang der Ausbildung dieser Blöcke ist in der oben genannten österreichischen Patentschrift näher beschrieben.

[0070] Das gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbare strukturierte Dünnschichtphotovoltaik-Fenster- oder -Fassadenelement, also der photovoltaische Modul, kann in Fassaden mit verschiedenen anderen Anwendungen und/oder Eigenschaften zum Einsatz kommen. Diese werden im Falle von Prismenstruktur-Oberflächen durch Wahl der verschiedenen Werte für die Prismenkantenwinkel α und insbesondere für deren Teilwinkel β und γ und für die Größen h_d und l_b erreicht, wobei die wichtigsten schon weiter oben angeführt sind:

[0071] Es sind mit den erfindungsgemäß erhältlichen PV-Fenster- und Fassadenelementen auch weitere Anwendungsfälle möglich:

[0072] So kann das strukturierte, erfindungsgemäß hergestellte Dünnschichtphotovoltaik- Fassadenelement, also insbesondere das photovoltaische Modul, außer in Fassaden auch in verschiedenen anderen Arten von Anwendungen zum Einsatz kommen:

[0073] Es kann als Zweischeibenlaminat außer in den wie oben beschriebenen Fällen auch

[0074] (a) als verschattendes Dachelement, z.B. etwa mit $\beta = \gamma$, oder auch mit $\beta > \gamma$ siehe Fig. 6a, in West-Ost Ausrichtung der Linien ergibt sich die Mikrostruktur eines Sheddaches - mit dem Vorteil, abhängig vom Sonnenstand zu verschatten oder Lichteintrag zu erwirken und stets auch diffuses Himmelslicht von Norden ins Gebäudeinnere zu lenken, oder

[0075] (b) als Freiflächenmodul eingesetzt werden, z.B., wenn $\beta > \gamma$, $b \gg d$ - mit dem Vorteil, dass auch bei einer nur wenig geneigten Aufständigung und damit reduzierten Landfaktoren die optimale Ausrichtung nach Süden erzielt werden kann, d.h. mit gegenüber konventionellen Anlagen erhöhter Flächenbelegungsdichte eingesetzt werden, wozu auf die Fig. 6b verwiesen sei.

[0076] Alternativ zu einem transparenten Substrat, kann auch ein opakes Trägermaterial als Substrat dienen. Die Funktionalitäten, die den Lichtdurchlass betreffen, fallen dann selbstverständlich weg. Es bleiben aber alle anderen relevanten Eigenschaften bzw. Kriterien, also Winkel, Abschattung und Lichtkonzentration erhalten. Als Substrat kann etwa Stahlblech oder gebürstetes Aluminium, wie im Fassadenbau üblich, dienen.

[0077] Im Folgenden sollen die spezifischen Fälle für bestimmte Sonnenstände im Jahresverlauf näher erläutert werden:

[0078] Das erfindungsgemäß herstellbare strukturierte Dünnschichtphotovoltaik- Fassadenelement kann in Fassaden und bei anderen Anwendungen zum Einsatz kommen. Dabei ist die Auslegung durch Wahl von verschiedenen Werten für die Teilwinkel β und γ und h_d und l_b für verschiedene Zwecke anpassbar:

[0079] Hier gezeigt ist das Verhalten für den Standardfall von Verschattung und Lichtkonzentration bei hohen Sonnenständen und Lichteintrag bei niedrigen Sonnenständen, siehe Fig. 4a und 4b:

[0080] (i) Durchtritt der Einstrahlung in den Innenraum und reduzierter Wärmeeintrag bei hohem Sonnenstand mit Lichtkonzentration, jedoch weiterhin Durchsicht nach außen:

$$45^\circ < \beta < 75^\circ, 10^\circ < \gamma < 30^\circ, h_d:l_b \sim 1:3,$$

Sonnenhöhe im Juni bei 47° nördlicher Breite: maximal $40-62^\circ$, für einen Sonnenhöchststand von $\geq 62^\circ$, mittags, ist für diesen Fall die Verschattung direkter Sonnenstrahlung gegenüber dem Innenraum total.

Für die Sonnenhöhen von $40-62^\circ$ ergeben sich Einfallswinkel auf die Prismen Ebene 42 , siehe Fig. 3a und insbesondere Fig. 5a von $< 20^\circ$ und damit ein hoher Reflexionsanteil von etwa 80% , der zu einer hohen Lichtkonzentration auf den Photovoltaikzellen führt.

[0081] (ii) Lichtlenkung des natürlichen Lichts bei tiefem Sonnenstand mit Lichtkonzentration und Durchsicht nach außen:

$$45^\circ < \beta < 75^\circ, 10^\circ < \gamma < 30^\circ, h_d:l_b \sim 1:3,$$

Sonnenhöhe im Februar und 47° nördlicher Breite: maximal etwa $0^\circ-20^\circ$ für Sonnentiefststand von 0° , Sonnenauf- bzw. Untergang, vormittags um 7h und nachmittags um 17h ist für diesen Fall der Lichteintrag der direkten Sonnenstrahlung, die auf die Decke gelenkt wird, maximal.

Für die Sonnenhöhen von 0° - 15° ergeben sich Einfallswinkel auf die Zellen und die Ebene von < 20 bis 35° und damit ein hoher Reflexionsanteil, der zu einer Lichtlenkung an die Decke des Innenraumes hinter dem Fassadenelement unter einem Winkel von 40 bis 55° gegenüber der Horizontalen führt.

[0082] Generelle, technisch erreichbare Fälle mit anderen Winkelparametern sind im Wesentlichen folgende:

[0083] (iii) 50%-Abschattung mit abgemindertem Durchtritt der Einstrahlung in den Innenraum und reduziertem Wärmeeintrag bei hohem Sonnenstand sowie mit Lichtkonzentration, und Durchsicht nach außen, beispielsweise gezeigt in Fig. 4a:

$$\beta = 45^{\circ} \text{ und } \gamma = 45^{\circ} \text{ d} = 5\text{mm und } b = 1 \text{ cm}$$

[0084] (iv) geringe Verschattung und großer Lichteintrag bei tiefstehender Sonne, siehe Fig.4b

$$\beta > 45^{\circ} \text{ und } \gamma \ll 45^{\circ} \text{ d} < 5 \text{ mm und } b > 1 \text{ cm}$$

[0085] (v) hoher Verschattungsanteil, speziell bei tiefstehender Sonne und geringer Transparenz, siehe z.B. auch Fig. 4c

$$\beta \ll 45^{\circ} \text{ und } \gamma > 45^{\circ} \text{ d} = 5 \text{ mm und } b > 1 \text{ cm.}$$

[0086] Anhand der Zeichnungen wird die Erfindung näher erläutert:

[0087] Es zeigen

[0088] die Fig. 1 den grundsätzlichen Aufbau einer für die Anordnung der photovoltaisch aktiven Elemente bevorzugt vorgesehenen Scheibe bzw. Platte, welche den wesentlichen Bestandteil des erfindungsgemäß herstellbaren Fenster- oder Fassadenelements bildet, nämlich die für die Anordnung der Photovoltaik-(PV)-Zellen, auf ihrer Oberfläche strukturierte, als Substrat für die PV-Zellen dienende Scheibe,

[0089] die Fig. 2a in Schnittansicht diese Scheibe, auf deren Teilflächen die PV-Elemente bzw. -Zellen aufgebracht werden,

[0090] die Fig. 2b eine bevorzugte Verfahrensweise zum Erhalt der in den neuen Fassadenelementen eingesetzten PV-Zellen, siehe AT-B,

[0091] die Fig. 3a und 3b zwei der wesentlichen Einbauvarianten der photovoltaisch aktiven Scheiben in die erfindungsgemäß herstellbaren Fenster- und Fassadenelemente,

[0092] die Fig. 4a, 4b und 4c die verschiedenen Funktionen von unterschiedlich strukturierten, photovoltaisch aktiven Scheiben in den Fenster- oder Fassadenelementen,

[0093] die Fig. 5a und 5b die beiden wesentlichen Funktionsarten einer in einer bestimmten Weise strukturierten Scheibe der Fensterelemente und

[0094] die Fig. 6a und 6b andere Anwendungen der erfindungsgemäß erhältlichen photovoltaisch wirksamen Fassadenelemente als Dachelement oder als stromlieferndes Freiflächenmodul.

[0095] Anhand der Zeichnungen wird das neue Verfahren näher erläutert.

[0096] Das in den Fig. 1 gezeigte erfindungsgemäß einsetzbare Photovoltaikträgermaterial 1 hat eine strukturierte, d.h. mit dreidimensionalen regelmäßigen Erhebungen in Form von zueinander parallelen, länglichen Dreiecksprismen 25, 45 geformte Oberfläche O, und besteht bei "Superstrataufbau" typischerweise aus einem eisenarmen Solarglas der Gesamtdicke D, kann aber im Falle der Substratgeometrie auch eine opake Metallfolie, ein Halbleitermaterial, ein Keramik- oder ein Kunststoffmaterial sein.

[0097] Die Oberflächenstrukturierung erfolgt in idealer und herstellungsmäßig relativ einfacher Weise durch gerad-linienförmige, im Querschnitt dreieckige, üblicherweise prismatische Erhebungen. Die Höhe h_d und Breite b der prismatischen Erhebungen 25, 45 haben eine Dimension im Bereich von mm bis cm. Bevorzugter Weise ist die Länge L gleich der Breite B des PV-Moduls und beträgt, also z.B. typischerweise 50 cm für kleine Freiflächenmodule, 70 cm für Fenster oder 100 cm und mehr für große Freiflächenmodule oder insbesondere Fassadenelemente. Die Anzahl der Erhebungen mal ihrer Breite b entspricht dabei der Längsdimension L des Moduls, typischerweise etwa 1 bis 2 m bei Freiflächenanwendungen und bis zu 3 m für Fenster und z.B. geschoßhohe Fassadenelemente. Die Prismenoberkante ist mit 12 bezeichnet, die mit PV-Material zu beschichtenden Prismenflächen mit 41, 22 und die nur im kantennahen Bereich zu beschichtenden Prismenflächen mit 42, 21.

[0098] Der Winkel α ist typischerweise 90° oder er liegt in der Nähe von 90° .

[0099] Die Fig. 2a zeigt - bei sonst gleichbleibenden Bezugszeichenbedeutungen - das Trägermaterial 2, 4 in der für Fenster- und Fassadenelemente überwiegend üblichen Vertikal-Stellung mit einer strukturierten Oberfläche 0 aufweisender Vorderseite und glatter Hinterseite 20, 40. Jedes der aneinander gereihten Dreiecksprismen 25, 45 der Vorderseite weist eine nach links aufwärts ausgerichtete Prismenfläche 41, 22 und eine nach links abwärts weisende Prismenfläche 42, 21 und eine Prismenkante 12 auf.

[00100] Der Prismenkantenwinkel α setzt sich aus den Teilwinkeln β und γ der beiden Prismenseiten bzw. des Abstandes l_b jeweils relativ zur Höhe h_d des Prismenquerschnitts-Dreiecks zusammen. Die Höhe der Prismenkante 12, bezogen auf das Tal zwischen zwei Prismen 25, 45, ist mit h_d bezeichnet und der Abstand zwischen dem Tal zwischen zwei benachbarten Prismen 25, 45 und der Prismenkante 12 mit l_b .

[00101] Bei sonst gleichbleibenden Bezugszeichenbedeutungen - illustriert die Fig. 2c den Vorgang der Beschichtung des Trägermaterials 2, 4 mit den aneinander geschlossenen Photovoltaik-elementen schematisch: Auf die einheitlich in Richtung +R5 weisenden Prismenflächen 41, 22 wird unter Abschattung der in Richtung -R5 ausgerichteten Prismenflächen 42, 21 unter einem etwa rechten Winkel ein Strahl des Elektrokontaktmaterials gerichtet und so dort eine dünne Rückseiten-Kontaktschicht 30 für das Photovoltaik-element aufgetragen.

[00102] Danach wird, direkt an diese Schicht leitend anschließend, auf den der Prismenkante 12 nahen oberen Bereich 42', 21' der in Richtung -R5 weisenden Prismenfläche 42, 21 unter dem Winkel β ein Elektrokontaktmaterial 30-Strahl S2 gerichtet und damit der stromleitende Zellenverbinder 3' abgeschieden.

[00103] Mit einem Strahl S1 in Richtung R5 wird dann auf die Elektrokontaktschicht 30 das Photovoltaik(PV)-material unter Bildung des PV-Kerns 4' aufgebracht und schließlich wird unter Beibehaltung der Richtung +R5 der PV-Kern 4' außen wieder mit dem Elektrokontaktmaterial 30 beschichtet, womit insgesamt auf jeder der Prismenflächen 41, 22 ein Photovoltaik-element 15 gebildet ist.

[00104] Bei der Anwendung in verschiedenen Einbausituationen des neuen Fenster- und Fassadenelements kann der Winkel α aber zwischen 70° und 110° variieren.

[00105] Die Fig. 3a und 3b zeigen - bei sonst gleichbleibenden Bezugszeichenbedeutungen - zwei wesentliche Einbauvarianten der photovoltaisch aktiven Elemente 5, 11 als Substrat, Fig. 3a, oder als Superstrat, Fig. 3b innerhalb eines erfindungsgemäß hergestellten Fassadenelements 100.

[00106] Mit 2 ist jeweils die außenseitige Scheibe des Fassadenelements 100, mit 3 das Einbettungs- bzw. Zwischenscheibenmaterial, z.B. Polyvinylbutyral (PVB), und mit 4 die innenseitige Scheibe, transparent oder opak, bezeichnet.

[00107] Der breite Pfeil R zeigt die Seite und Richtung des Lichteinfalls, d.h. die Witterungsseite, also die Außenseite der Fassade. Die jeweils äußere Scheibe 2 zeigt mit ihrer glatten Oberfläche 20 zur Lichteinfallsseite bzw. zum Witterungseinfluss, während die Scheibe 4 mit ihrer

glatten Außenoberfläche 40 nach innen weist.

[00108] Weiters sind die Teilbereichsflächen der Dreiecksprismen 45 und 25 mit 41, 42 (Fig. 3a) bzw. mit 21, 22 (Fig. 3b) bezeichnet. Der Kammwinkel α der Prismen 45, 25 ist durch die Vertikale V auf die Oberflächen 40 bzw. 20 in die beiden Teilwinkel β und γ geteilt. Die Basislänge der Prismen 45, 25 beträgt l, die dem Teilwinkel γ zugeordnete Teillänge l_b und deren Höhe h_d . Weiters zeigen die Richtungen -R' und -R1 die Richtungen des reflektierten Lichtes an und die stromliefernden Einzelelemente sind mit 5, 11 bezeichnet.

[00109] Die Fig. 4a, 4b, 4c zeigen - bei sonst gleichbleibenden Bezugszeichenbedeutungen - die grundlegende Funktionsweise der gemäß dem neuen Verfahren hergestellten strukturierten Dünnschichtphotovoltaik-Fenster- oder - Fassadenelements. Dabei wurde die Variante gemäß Fig. 3a gewählt (Substratgeometrie) und der Strahlengang durch eine beidseitig glatte Frontscheibe vernachlässigt. Das Durchtreten durch diese Scheibe führt gemäß den Brechungsgesetzen lediglich zu einer Parallelverschiebung der eintreffenden Lichtstrahlen. Bei einer vollen Beleuchtung der Fassade durch die Sonne hat das somit keine Auswirkungen auf die Funktionsweise des erfindungsgemäß hergestellten Produktes. Das Durchtreten durch die Laminierfolie - also durch jene Folie, die die beiden Gläser strukturell verbindet, hat je nach Brechungsindex eine mehr oder weniger große Lichtbrechung zur Folge. Je nach Brechungsindex müssen beim konkret hergestellten Produkt die Winkel β und γ an den Prismenkämmen bzw. -kanten 12 daran angepasst werden.

[00110] Der Abschattungsgrad des Elementes sowie der Transparenzanteil kann durch Wahl der Winkel β und γ und der Längen l_1 , l_2 der Dreiecksseiten bzw. Breite der Prismenflächenstreifen festgelegt werden. In den Bereichen mit der photovoltaisch aktiven Beschichtung ist dabei meist keine oder nur geringe, in den anderen Bereichen dagegen meist eine hohe Transparenz vorhanden.

[00111] Man erreicht etwa, gemäß den Varianten a) bis c) im Fall der Fig. 4

[00112] a) eine 50%-Abschattung mit z.B. $\beta = 45^\circ$ und $\gamma = 45^\circ$ $d = 5$ mm und $b = 10$ mm oder mit feinerer Strukturierung bei gleichen Winkeln $\beta = 45^\circ$ und $\gamma = 45^\circ$, aber $dh = 1$ mm und $l_b = 2$ mm für ein homogeneres Erscheinungsbild,

[00113] b) eine geringe Verschattung und großen Lichteintrag bei tiefstehender Sonne mit z.B. $\beta > 45^\circ$ und $\gamma \ll 45^\circ$, $dh < 5$ mm und $l_b > 10$ mm,

[00114] c) einen hohen Verschattungsanteil speziell bei tiefstehender Sonne, und geringer Transparenz mit $\beta \ll 45^\circ$ und $\gamma > 45^\circ$ $d = 5$ mm und $b > 1$ cm.

[00115] Die Funktionsweise des erfindungsgemäß hergestellten Produktes ist jeweils folgende: Homogene Erscheinung und Abschattung bei hochstehender Sonne mit etwa 50% Transparenz horizontal a), geringe Verschattung und großer Lichteintrag bei tiefstehender Sonne b) und hoher Verschattungsanteil speziell bei tiefstehender Sonne, geringe Transparenz c). Der Pfeil R zeigt die Seite des Lichteinfalls, d.h. die Witterungsseite bzw. Außenseite der Fassade an.

[00116] Das Produkt leistet im Fall gemäß Fig. 4a und 4b Lichtkonzentration, siehe dazu den symbolisierten Strahlengang in den folgenden Fig. 5a und 5b - bei sonst gleichbleibenden Bezugszeichenbedeutungen -:

[00117] Das Licht wird an der Grenzfläche 42, der transparenten Teilfläche reflektiert R_r und auf die photovoltaische Teilfläche 41 mit dem PV-Element 5 konzentriert.

[00118] Das ist besonders bei niedrigen Sonnenständen effektiv, wo die Bestrahlungsstärke durch die Sonne gering ist. Damit kann die Leistung bei gleich bleibender Transparenz des Fassadenelementes zu diesen Zeiten gesteigert werden.

[00119] Das Produkt leistet im Falle der Fig. 5b zudem auch Lichtlenkung R_t an die Decke des hinter der Fassade liegenden Innenraumes. Damit trägt es dazu bei, den licht- und verschattungstechnisch schwierigen Fall tiefstehender Sonne, also des notwendigen Blendschutzes und

der Beleuchtungsanforderung im Innenraum ohne weitere gesonderte Beleuchtungsmittel zu lösen. Die Decke des Innenraumes hinter der Fassade wird durch Reflexion des Lichtes an den PV-Zellen beleuchtet. Die längeren Pfeile zeigen den Lichteinfall, auf der Witterungsseite, also an der Außenseite der Fassade und die kürzeren Pfeile die reflektierten und die gebrochenen Strahlen.

[00120] Die Fig. 5 also zeigt im Prinzip die Funktionsweise des neuen Produktes, nämlich Fig. 5a die Konzentration des einfallenden Lichts auf die Photovoltaikzellen 5 durch Reflexion an den transparenten Teilflächen 42 der Prismen 4, 5 und Fig. 4b Lichtlenkung an die Decke des Innenraumes hinter der Fassade durch Reflexion an den Photovoltaikzellen 5.

[00121] Damit erfüllt das gemäß der Erfindung hergestellte Produkt, nämlich das strukturierte Dünnschichtphotovoltaik-Fenster- oder -Fassadenelement bzw. das derartige Modul, ohne weitere gesonderte Teile oder weitere technische Installationen allein durch die Montage in einer Fensteröffnung oder in einer Fassade die folgenden multifunktionalen Aspekte. Es werden also

[00122] a) abgeminderter Durchtritt der Tageslicht- bzw. Sonnen-Einstrahlung durch die Fenster in die Innenräume,

[00123] b) reduzierter Wärmeeintrag bei hohem Sonnenstand,

[00124] c) Lenkung des natürlichen Lichts bei tiefem Sonnenstand in Raumbereiche, wie z.B. an Raumdecken, die sonst nicht beleuchtet wären,

[00125] d) klare Durchsicht von den Räumen nach außen hin und dies ohne Blendung und mit nur gering abgeminderter Intensität

[00126] e) elektrische Energieerzeugung mittels der in die Fenster- oder Fassadenelemente auf neuartige Weise integrierte Photovoltaik,

[00127] f) erhöhte Konzentrierung des einstrahlenden Lichts auf die Photovoltaikzellen, und dennoch

[00128] g) ansprechende architektonische Wirkung, also ein homogenes, planes Erscheinungsbild.

[00129] Es sind weiters als wesentliche Vorteile gegenüber dem Stand der Technik

[00130] (i) geringere Montagekosten,

[00131] (ii) geringere Systemkosten,

[00132] (iii) geringere elektrische Betriebskosten, und

[00133] (iv) bessere Verschattungs- und Blendschutzergebnisse, also homogen, abhängig vom Sonnenstand als bei konventionellen Verschattungslösungen, sowie

[00134] (v) ein aktiver Beitrag zur Energieerzeugung bei gleichzeitig

[00135] (vi) höheren Photovoltaikerträgen als bei konventionellen, ebenen photovoltaischen Dünnschichtmodulen mit flächengleichem Anteil an PV-Zellen erreicht.

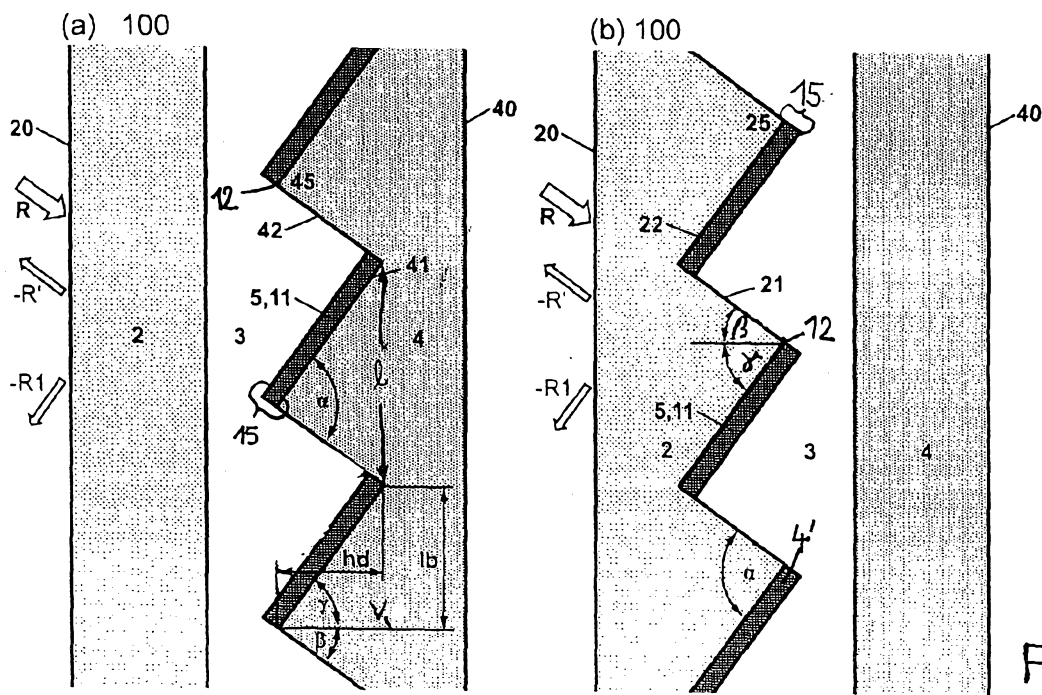
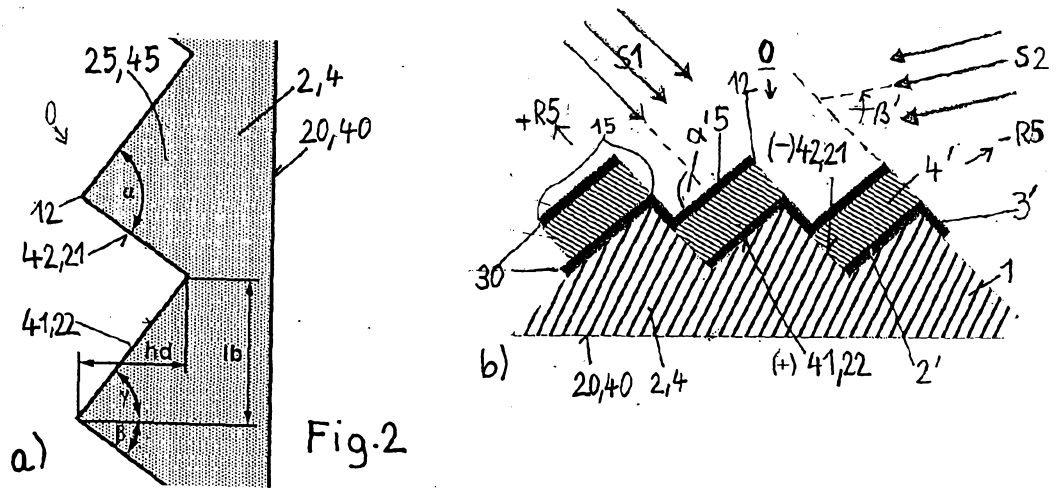
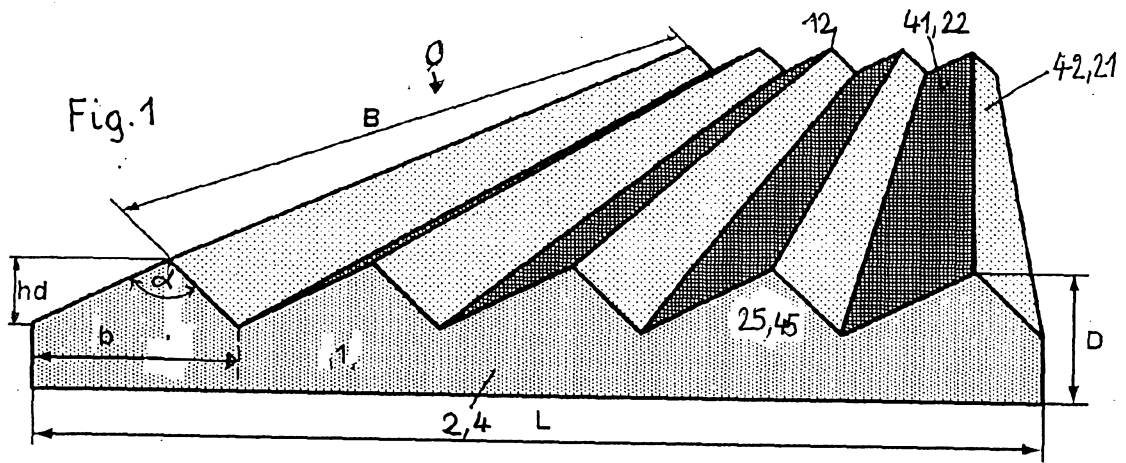
[00136] Die Fig. 6a und 6b zeigen - ohne nähere Bezugszeichenbedeutungen - zwei weitere Anwendungsfälle von PV-Scheiben der gemäß der Erfindung herzustellenden Photovoltaik-Fassadenelemente, nämlich die Fig. 6a ein stark verschattendes Glas-PV-Dachelement mit relativ geringer Dachschräge und die Fig. 6b die Transparenzscheibe eines Freiflächen-PV-Moduls. S und N bedeuten Süd und Nord.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines licht- und sichtdurchlässigen oder opaken Fenster- und/oder Fassadenelements (100), welches mit einer großen Zahl von miteinander stromleitend verbundenen, zu Photovoltaikmodulen verschalteten Photovoltaikelementen (11) ausgestattet ist,
 - welches als beidseitig eine glatte, vorzugsweise ebene, Außen-Oberfläche (20, 40) aufweisende Mehrschicht-Verbundplatte (10) mit zwei mittels licht-transparentem Material (3) flächig aneinander laminierten Scheiben (2 und 4) ausgebildet ist, von denen eine, nämlich die für Lichteinfall und Stromgenerierung vorgesehene, dem einfallenden Licht zugewandte Scheibe (2 oder 4) nur zu dem Laminiermaterial (3) hin eine dreidimensional strukturierte Oberfläche (O) aufweist und mit einer großen Anzahl von, regelmäßig in gleichen Abständen voneinander angeordneten, Dreiecks- oder Trapezquerschnitt mit Mantelflächen (41, 42; 21, 22) aufweisenden, Erhebungen (45 oder 25), vorzugsweise dachartigen Rippen bzw. Prismen, ausgebildet ist, und
 - wobei auf den jeweils in einer Hauptrichtung (-R') hin ausgerichteten, dem Lichteinfall in Lichteinstrahlrichtung (R) zugewandten Mantelflächen (41, 22) zu Photovoltaikzellen, verschaltete Dünnschicht-Photovoltaikelemente (15), angeordnet sind,
 - während die anderen in der Gegenrichtung (-R1) ausgerichteten Mantelflächen (42, 21) von Photovoltaikelementen freigehalten sind,
dadurch gekennzeichnet, dass die mit den Dünnschicht- Photovoltaikelementen (15) gebildeten - Photovoltaikzellen durch gerichtete Abscheidung von Photovoltaik-Material hergestellt werden,
 - indem - unter kontinuierlicher Aufrechterhaltung einer Gasatmosphäre oder eines Vakuums während des gesamten Herstellungsprozesses unter Vermeidung jeglicher Aussetzperioden -
 - a) auf eine große Zahl von, nach einer einheitlichen, Richtung (+R5) hin ausgerichteten, positiven Mantelflächen (41, 22) der drei-dimensional strukturierten Oberfläche (O) der elektrisch nicht leitenden Scheibe (2 oder 4) unter Abschattung der die positiven Mantelflächen (41, 22) miteinander verbindenden und in entgegengesetzte Richtung (-R5) ausgerichteten, negativen Mantelflächen (42, 21) unter einem, gegebenenfalls rechten, Winkel (α') ein Materiegas- oder Flüssigkeitsstrahl (S1) mit einem Elektro-Kontaktmaterial (30) zur Abscheidung der Rückseiten-Kontakte (2') der Photovoltaikelemente (15) gerichtet wird, indem weiters
 - b) auf einen oberen Bereich bzw. bandartigen Teilbereich (42', 21') der gemäß a) abgeschatteten - in entgegengesetzter Richtung (-R5) ausgerichteten - Mantelflächen (42, 21) unter einem Winkel ($-\beta'$), gegebenenfalls kleiner als 90° , ein Gas- oder Flüssigkeitsstrahl (S2) mit einem, dem Elektro-Kontaktmaterial gemäß a) gleichen, Elektro-Kontaktmaterial (30) unter Abscheidung - von stromleitenden Zell-Verbindern (3') aufgebracht wird,
 - c) weiters dann unter (Wieder-)Einstellung der unter a) eingehaltenen Gas- oder Flüssigkeitsstrahlrichtung (+R5) auf den - auf den wie unter a) genannten Mantelflächen (41, 22) abgeschiedenen - Rückseitenkontakten (2'), mittels mit Photovoltaikmaterial beaufschlagter Gas- oder Flüssigkeitsstrahlen jeweils die für die Bildung des stromliefernden Kernbereiches (4') der Photovoltaikelemente (15) vorgesehene Zell-Architektur abgeschieden wird, und indem
 - d) schließlich unter Beibehaltung der Gas- oder Flüssigkeitsstrahl-Richtung (+R5) gemäß a) oder c) auf die Außenflächen der Kernbereiche (4') der Einzel-Photovoltaikelemente (15) gemäß c) jeweils unter Anbindung an die mit den gemäß a) abgeschiedenen Rückseitenkontakten (2') elektrisch verbundenen Zellverbinder (3') - ein Gas- oder Flüssigkeitsstrahl mit einem für die Abscheidung der Frontkontakte (5) vorgesehenen Elektro-Kontaktmaterial der Photovoltaikelemente (15) gerichtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Scheiben (2, 4) eingesetzt werden, deren zueinander parallel verlaufende Rippen bzw. Prismen (45, 25) mit, gegebenenfalls gleichschenkeligem, Dreiecks-Querschnitt einen Scheitel(12)winkel (α) im Bereich von 45° bis 120° , vorzugsweise von 75° bis 115° , aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass Scheiben (2, 4) eingesetzt werden, deren zueinander parallel verlaufende Rippen bzw. Prismen (45, 25) - gemessen von der Basislinie (l) der Dreieck-Querschnittsfläche- eine Höhe (hd) von 1 bis 10mm, insbesondere von 5mm, und eine Länge der Basislinie (l) von 2mm bis 25mm, vorzugsweise von 10mm, aufweisen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass als mit den Photovoltaik-elementen (15) auf regelmäßig zeilig angeordneten Dreiecksprismen-Mantelflächen (41, 22) ausgestattete, im wesentlichen vertikal auszurichtende Photovoltaik-Scheiben oder -Platten (2 oder 4) solche eingesetzt werden, wobei dieselben
 - i) für eine etwa 50%ige Abschattung Prismen (45, 25) aufweisen, deren Prismenkantenwinkel (α) 80 bis 100° beträgt, wobei die Teilwinkel (β) 40 bis 50° und (γ) 50 bis 40° aufweisen und sich die Grundlinie des Dreieckprismas lb zur Höhe hd desselben wie 4:2 bis 3:2 verhält,
 - ii) für eine geringe Verschattung und erhöhten Lichtdurchlass die Prismen (45, 25) einen spitzen Prismen(12)kantenwinkel (α) aufweisen, an deren freien Kanten bzw. Kämme (12), der Teilwinkel (β) 50 bis 60° und der Teilwinkel (γ) der das PV-Element (5) tragenden Mantelfläche (41, 22) 10 bis 20° beträgt, und
 - iii) für eine hohe Verschattung bei zur Horizontale in geringem Winkel einstrahlenden Licht der Teilwinkel (β) 30 bis 45° und der Teilwinkel (γ) der das PV-Element (5) tragenden Teilfläche 85 bis 65°, bei einem stumpfen Prismenkantenwinkel (α) beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als dreidimensional strukturierte Oberfläche (O) aufweisende Scheiben (2 oder 4) solche eingesetzt werden, deren Oberfläche (O) mit zueinander parallel angeordnete und zueinander parallel ausgerichtete freie Kanten bzw. Kämme (12) und zwischen einander zueinander parallele Täler aufweisenden Dreiecksprismen (45, 25) ausgebildet sind, und dass auf deren alle, den gleichen positiven Neigungs-Winkel zur Scheibenerstreckung aufweisenden, zueinander ebenfalls parallel verlaufenden, bandartigen, die positiven Mantelflächen (41, 22) bildenden Seitenflächen selbst gemäß Anspruch 1, Absatz a) bzw. auf die auf die Außenflächen der auf die soeben genannten Mantelflächen gemäß Anspruch 1, Absatz c) aufgebrachten photovoltaisch aktiven Kernbereiche bzw. Kernbereichs-Schichten (4') der Einzel-Photovoltaik-elemente (15) gemäß Anspruch 1, Absatz d) mittels Gas- oder Flüssigkeitsdruckstrahl das Elektrokontaktmaterial (30) aufgebracht wird und dass letztlich gemäß Anspruch 1, Absatz b) auf die kamm-nahen, bis zu den freien Prismenkanten bzw. -kämme (12) reichenden bandartigen Teilbereiche (42', 21') der ebenfalls zueinander parallel verlaufenden negativen Mantelflächen (42, 21) ebenfalls mittels Gas- oder Flüssigkeitsdruckstrahl das Elektrokontaktmaterial (3') aufgebracht wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass Scheiben (2, 4) eingesetzt werden, deren strukturierte Oberfläche (O) mit einer Mehrzahl von, bevorzugt jeweils die gleiche Anzahl von jeweils zueinander parallel verlaufenden Dreiecksprismen (45, 25) untereinander gleicher Dimension, insbesondere gleicher Prismenhöhe (hd) aufweisenden, Serien bzw. Paketen von Dreiecksprismen ausgebildet ist, die jeweils voneinander durch Einzel-Dreiecksprismen mit größerer Dimension, insbesondere mit größerer Prismenhöhe, getrennt sind.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen



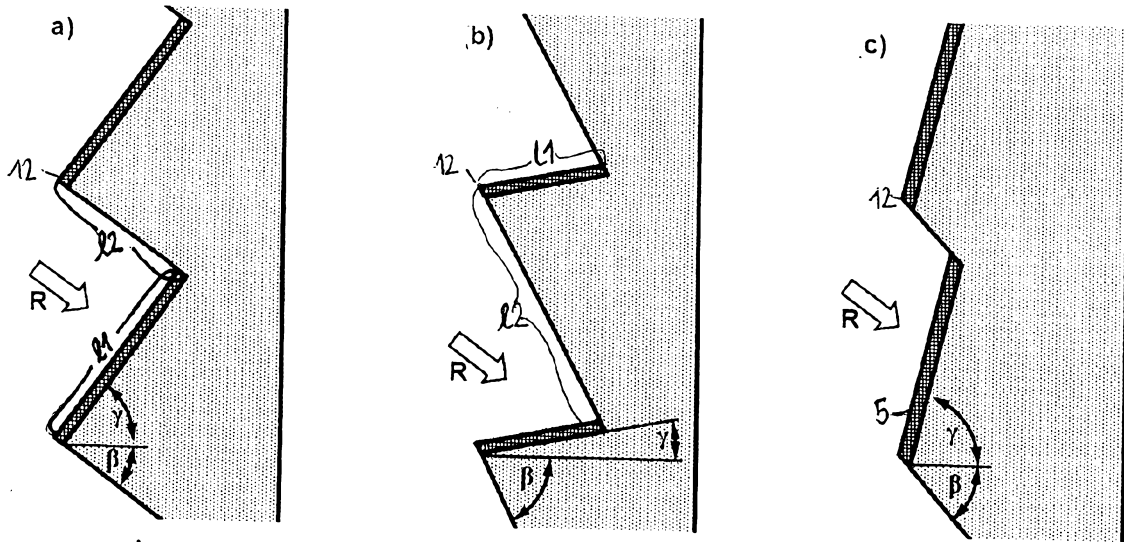


Fig. 4

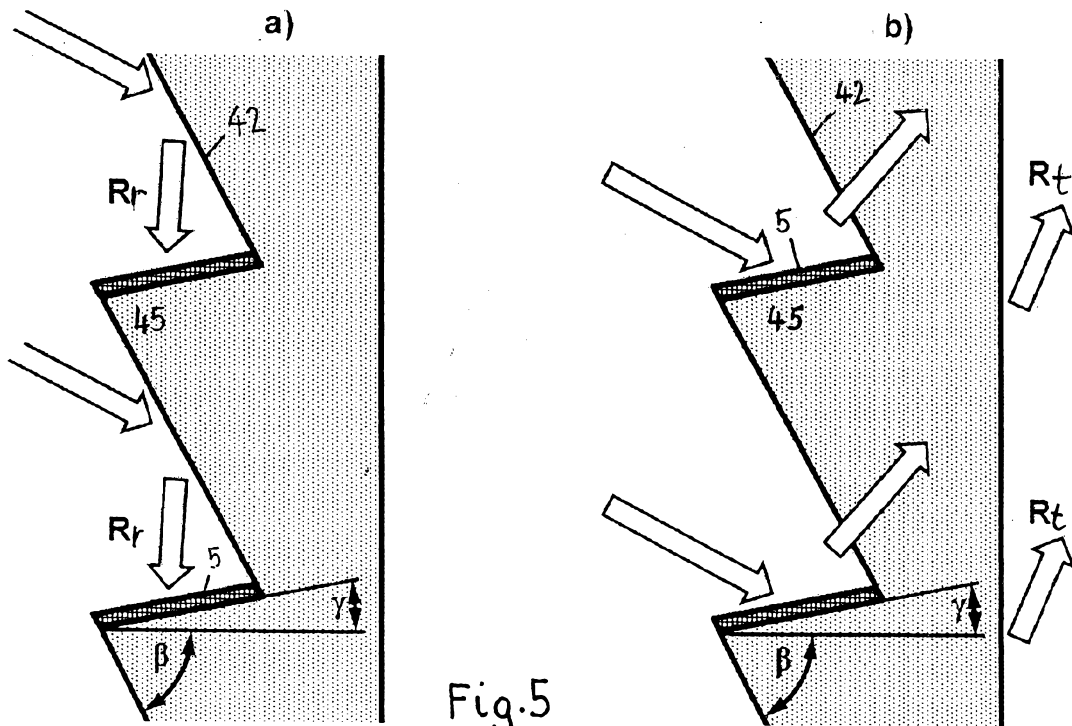


Fig. 5

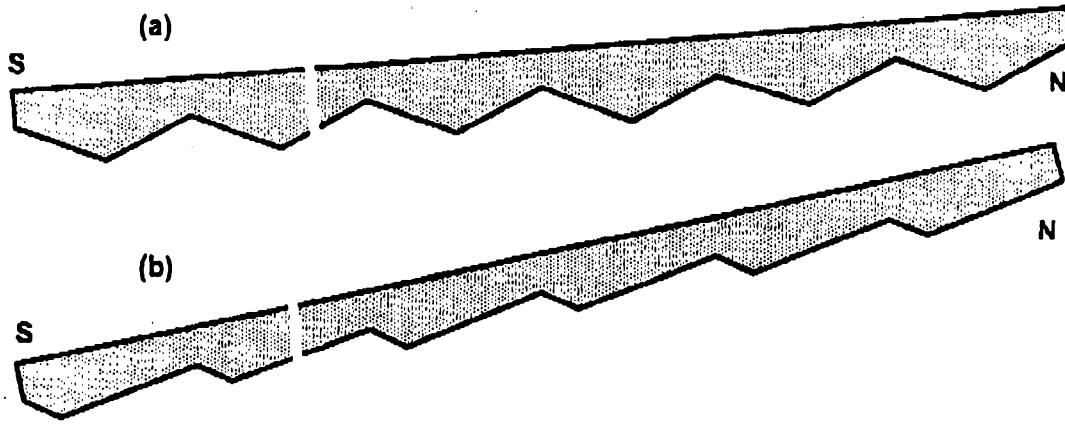


Fig. 6