



(10) **DE 21 2010 000 121 U1** 2012.07.26

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **21 2010 000 121.7**
(22) Anmeldetag: **25.08.2010**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR2010/051772**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.03.2011**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/023903**
(47) Eintragungstag: **05.06.2012**
(43) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **26.07.2012**

(51) Int Cl.: **H01L 31/042** (2012.01)
F24J 2/52 (2012.01)
H01B 17/14 (2012.01)
H01B 17/60 (2012.01)
E04D 13/18 (2012.01)
E04H 5/02 (2012.01)
F16B 2/20 (2012.01)

(30) Unionspriorität:
0955785 **25.08.2009** **FR**
1052764 **12.04.2010** **FR**

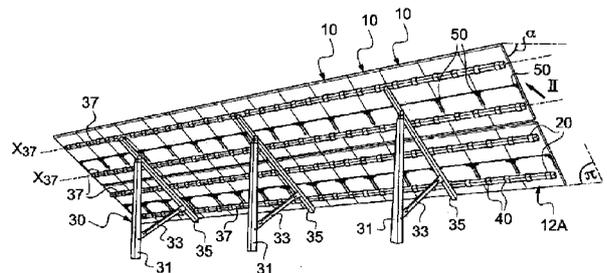
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Lendvai, Tomás, Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 52134,
Herzogenrath, DE

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Saint-Gobain Glass France, Courbevoie, FR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **System zur Montage von Fotovoltaik-Modulen**

(57) Hauptanspruch: System zur Montage (1, 101, 201) eines Fotovoltaik-Moduls (10, 110, 210) auf einer zumindest teilweise metallischen Struktur (30, 130, 230), wobei das Fotovoltaik-Modul mindestens eine Fotovoltaik-Zelle (13, 113, 213) umfassend elektrisch leitfähige Elemente (14, 16, 114, 116, 214, 216) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass es in Höhe von jedem Bereich, in dem sich die Fotovoltaik-Zelle (13, 113, 213) in geringem Abstand zu einem geerdeten metallischen Teil (37, 137, 237) der Struktur (30, 130, 230) in montierter Konfiguration befindet, mindestens ein zwischen dem metallischen Teil (37, 137; 237) und dem Teil in geringstem Abstand (16, 116; 216) zu den elektrisch leitfähigen Elementen der Fotovoltaik-Zelle positioniertes elektrisch isolierendes Element (12, 20, 44, 112, 120, 144, 146, 148, 212, 220) umfasst, wobei die Gesamtdicke ($e_{12} + e_{20} + e_{44}$, $e_{112} + e_{120} + d$; $e_{212} + e_{220}$) von elektrisch isolierendem Material zwischen dem metallischen Teil (37, 137, 237) und dem Teil in geringstem Abstand...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Montage eines Fotovoltaik-Moduls auf einer zumindest teilweise metallischen Struktur, wie einer Dachstruktur, einer Fassadenstruktur oder einer Trägerstruktur im Freien.

[0002] Gemäß der Erfindung ist ein Fotovoltaik-Modul ein Modul, das Energie aus einer Strahlung, insbesondere der Sonnenstrahlung, in Strom umwandeln kann, wobei diese Begriffsbestimmung kombinierte Fotovoltaik/Solarthermie-Module einschließt.

[0003] Herkömmlicherweise weist ein Fotovoltaik-Solarmodul die Form eines Verbundglases auf, das Fotovoltaik-Zellen umfasst, die zwischen einem transparenten vorderen Träger, der zum Anordnen auf der Seite des Auftreffens der Sonnenstrahlung auf dem Modul bestimmt ist, und einem transparenten oder opaken hinteren Träger, der zum Anbringen gegenüber einer Struktur zur Montage des Moduls bestimmt ist, eingefügt sind. Vorderer und hinterer Träger können insbesondere durch Scheiben aus Glas oder einem thermoplastischen Polymer geformt sein. Um die Montage des Fotovoltaik-Moduls auf einer Struktur wie einer Dachstruktur, einer Gebäudefassade oder einer Trägerstruktur im Freien zu ermöglichen, ist das Modul herkömmlicherweise mit einem metallischen Rahmen, insbesondere aus Aluminium, ausgestattet, der ihren Umfang abdeckt. Die Befestigung des Moduls auf der Struktur zur Montage erfolgt somit durch Verbinden des Rahmens mit der Struktur und/oder mit dem Rahmen eines anderen Moduls im Falle der Montage von mehreren Modulen nebeneinander.

[0004] Wenn die Struktur zur Montage metallisch ist, weist dieses herkömmliche System zur Montage mit einem metallischen Rahmen den Nachteil auf, dass eine zu einem schwebenden Potential oder zum Potential der Masse um die Fotovoltaik-Module herum elektrisch leitfähige Umgebung erzeugt wird. Somit können bei hohen Systemspannungen, insbesondere von über mehreren hundert Volt, die Module einer hohen Stärke des elektrischen Feldes ausgesetzt werden, was eine Gefahr der Beschädigung der Module birgt. Das Vorhandensein des metallischen Rahmens auf dem Umfang von jedem Modul und die Befestigung des Moduls auf der Struktur auf der Höhe dieses Rahmens erzeugt mechanischen Belastungen am Umfang des Moduls, was die mechanische Festigkeit des Moduls beeinträchtigt. Ferner deckt der metallische Rahmen von jedem Modul Teile der aktiven Oberfläche am Umfang des Moduls ab, die, wenn sie nicht abgedeckt wären, an der Energieumwandlung beteiligt wären, was die Energieumwandlungsleistung des Moduls einschränkt.

[0005] Insbesondere diese Nachteile versucht die Erfindung zu beseitigen, indem ein System zur Montage vorgeschlagen wird, das eine zuverlässige Montage von Fotovoltaik-Modulen auf einer zumindest teilweise metallischen Struktur ermöglicht, wobei die Stärke des elektrischen Feldes verringert wird, dem die Module ausgesetzt sind.

[0006] Zu diesem Zweck betrifft die Erfindung ein System zur Montage eines Fotovoltaik-Moduls auf einer zumindest teilweise metallischen Struktur, umfassend mindestens eine Fotovoltaik-Zelle, die elektrisch leitfähige Elemente umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass es auf Höhe von jedem Bereich, in dem sich die Fotovoltaik-Zelle in geringem Abstand zu einem geerdeten metallischen Teil der Struktur in montierter Konfiguration befindet, mindestens ein elektrisch isolierendes Element umfasst, das zwischen dem metallischen Teil und dem Teil in geringstem Abstand zu den elektrisch leitfähigen Elementen der Fotovoltaik-Zelle positioniert ist, wobei die Gesamtdicke von elektrisch isolierendem Material zwischen dem metallischen Teil und dem Teil in geringstem Abstand zu den elektrisch leitfähigen Elementen der Fotovoltaik-Zelle mindestens 7 mm, bevorzugt mindestens 10 mm, besonders bevorzugt mindestens 12 mm beträgt.

[0007] Somit werden die elektrisch leitfähigen Elemente der Fotovoltaik-Zelle in einem Abstand von mindestens 7 mm, bevorzugt mindestens 10 mm, besonders bevorzugt mindestens 12 mm, zu jeglichem metallischen Teil mit Verbindung zum Potential der Masse gehalten. Gemäß der Erfindung umfassen die elektrisch leitfähigen Elemente der Fotovoltaik-Zelle die Elektroden und Sammelschienen der Fotovoltaik-Zelle.

[0008] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst das mindestens eine elektrisch isolierende Element einen hinteren Träger des Fotovoltaik-Moduls, bestehend aus einem elektrisch isolierenden Material, insbesondere aus Glas oder einem Polymermaterial. Herkömmlicherweise kann das Fotovoltaik-Modul gleichzeitig einen vorderen Träger und einen hinteren Träger aufweisen, wobei die oder jede Fotovoltaik-Zelle zwischen vorderem und hinterem Träger eingefügt ist.

[0009] Vorzugsweise weist das Fotovoltaik-Modul keinen metallischen Rahmen auf. Somit werden die elektrisch leitfähigen Elemente der Fotovoltaik-Zelle in der Konfiguration der Montage in einem Abstand von mindestens 7 mm, bevorzugt mindestens 10 mm, besonders bevorzugt mindestens 12 mm, zu jeglichem metallischen Teil gehalten.

[0010] Gemäß einem vorteilhaften Merkmal der Erfindung ist mindestens ein Bereich, in dem sich die Fotovoltaik-Zelle in geringer Entfernung zu einem ge-

erdeten metallischen Teil der Struktur in der Konfiguration der Montage befindet, ein Bereich zur Befestigung des Moduls auf der Struktur, und umfasst das mindestens eine elektrisch isolierende Element ein Verbindungselement, das mit einer hinteren Seite des hinteren Trägers verbunden ist.

[0011] Gemäß einem vorteilhaften Merkmal der Erfindung besteht das Verbindungselement aus einem Polymermaterial oder einem Verbundmaterial, das eine Polymermatrix und elektrisch isolierende Fasern umfasst.

[0012] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann das Verbindungselement direkt mit dem metallischen Teil der Struktur für die Befestigung des Moduls auf der Struktur gekoppelt werden.

[0013] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst das mindestens eine elektrisch isolierende Element auf Höhe dieses Bereichs zur Befestigung ferner ein Teil eines Halters, wobei der Halter mit dem metallischen Teil der Struktur verbunden ist und das Verbindungselement mit dem Teil des Halters für die Befestigung des Moduls auf der Struktur gekoppelt werden kann.

[0014] Gemäß einem vorteilhaften Merkmal der Erfindung besteht der Halter vollständig aus einem elektrisch isolierenden Material, insbesondere aus einem Polymermaterial oder einem Verbundmaterial, das eine Polymermatrix und elektrisch isolierende Fasern umfasst.

[0015] Gemäß einem vorteilhaften Merkmal der Erfindung umfasst das Verbindungselement ein erhabenes oder vertieftes Muster, das in ein ergänzendes erhabenes oder vertieftes Muster des Halters eingreifen kann, wobei Verbindungselement und Halter durch Eingreifen ihrer entsprechenden Muster aneinander gekoppelt werden können.

[0016] Gemäß einem vorteilhaften Merkmal der Erfindung wird der Halter mit dem metallischen Teil der Struktur durch Einrasten verbunden.

[0017] Gemäß einem vorteilhaften Merkmal der Erfindung umfasst das System zur Montage mindestens zwei Verbindungselemente, die mit der hinteren Seite des hinteren Trägers verbunden, auf der Seite regelmäßig verteilt und innen zu den Umfangrändern des Moduls versetzt sind.

[0018] Gemäß einem vorteilhaften Merkmal der Erfindung ist jeder Bereich, in dem sich die Fotovoltaik-Zelle in geringem Abstand zu einem geerdeten metallischen Teil der Struktur in der Konfiguration der Montage befindet, ein Bereich zur Befestigung des Moduls auf der Struktur.

[0019] Die Erfindung betrifft ebenfalls eine Anordnung, die eine zumindest teilweise metallische Struktur wie eine Dachstruktur, eine Fassadenstruktur oder eine Trägerstruktur im Freien und mindestens ein auf der Struktur montiertes Fotovoltaik-Modul umfasst, wobei das Modul auf der Struktur mit einem System zur Montage wie oben beschrieben montiert ist. Eine solche Anordnung kann ein System zur Erzeugung von Hochspannungsstrom sein, in dem Spannungen von mehreren hundert Volt zum Massepotential erreicht werden können.

[0020] Die Merkmale und Vorzüge der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung von mehreren Ausführungsbeispielen eines Systems zur Montage gemäß der Erfindung hervor, die lediglich exemplarisch sind und sich auf die beigefügten Figuren beziehen, wobei:

[0021] die Fig. 1 eine perspektivische Ansicht von Fotovoltaik-Solarmodulen ist, die mit einem System zur Montage gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung auf einer Struktur montiert sind;

[0022] die Fig. 2 eine perspektivische Ansicht in größerem Maßstab gemäß Pfeil II von Fig. 1 ist;

[0023] die Fig. 3 eine Ansicht in größerem Maßstab und in Explosionsdarstellung von Detail III von Fig. 2 ist;

[0024] die Fig. 4 eine perspektivische Ansicht gemäß Pfeil IV von Fig. 3 ist, bei der das Fotovoltaik-Modul weggelassen wurde;

[0025] die Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Fotovoltaik-Moduls von Fig. 1, das mit Verbindungselementen des Systems zur Montage versehen ist, von unten ist;

[0026] die Fig. 6 eine Ansicht von Fotovoltaik-Solarmodulen im Aufriss ist, die mit einem System zur Montage gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung auf einer Struktur montiert sind;

[0027] die Fig. 7 eine perspektivische Ansicht eines Halters des Systems zur Montage in größerem Maßstab von Fig. 6 ist;

[0028] die Fig. 8 eine Ansicht von Fotovoltaik-Solarmodulen analog zu Fig. 2 ist, die mit einem System zur Montage gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung auf einer Struktur montiert sind;

[0029] die Fig. 9 ein Schnitt gemäß der Ebene IX der Fig. 8 ist; und

[0030] die Fig. 10 eine Ansicht von Fotovoltaik-Solarmodulen im Aufriss ist, die mit einem System zur Montage gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der

Erfindung auf einer Struktur montiert sind, die sich von den in vorhergehenden Figuren dargestellten Strukturen unterscheidet.

[0031] In den Figuren wurden die Dicken der Bestandteile der Fotovoltaik-Module und der Systeme zur Montage zur größeren Übersichtlichkeit übertrieben dargestellt, ohne die tatsächlichen relativen Maße dieser Elemente zu beachten. Insbesondere wurden die aktiven Schichten der Fotovoltaik-Zelle von jedem Modul mit einer ähnlichen Dicke wie diejenige der Träger des Moduls dargestellt, obwohl es sich in Wirklichkeit um dünne Schichten mit einer sehr geringen Dicke handelt.

[0032] Im ersten Ausführungsbeispiel, das in **Fig. 1** dargestellt ist, sind Fotovoltaik-Solarmodule **10** auf einer metallischen Struktur **30** in Form einer Trägerstruktur im Freien mit einem System zur Montage **1** montiert. Die Struktur **30** ist an die Aufnahme von Modulen **10** mit einer Neigung zur Waagrechte angepasst, wobei diese Neigung zur Maximierung der Sonnenstrahlung, die auf dem Modul auftrifft, vorgesehen ist. p ist die mittlere Ebene zur Befestigung der Module **10** auf der Struktur **30**, die in einem Winkel α zur Waagrechte geneigt ist. Wie in **Fig. 1** dargestellt, beträgt der Winkel α der Neigung der Ebene p zur Waagrechte 45° . Allgemeiner kann der Winkel zwischen 0° und 90° betragen.

[0033] Die Struktur **30** ist in diesem Ausführungsbeispiel eine Struktur aus Edelstahl, die eine Vielzahl von Stäben **31**, **33**, **35** umfasst, die untereinander so angeordnet sind, dass sie ein dreieckiges Skelett bilden, auf dem Traversen **37** mit viereckigem Querschnitt befestigt sind. Die Traversen **37**, bei denen X_{37} eine Längsachse bezeichnet, sind zueinander parallel und dazu bestimmt, eine Vielzahl von Fotovoltaik-Modulen **10** nebeneinander aufzunehmen.

[0034] Wie in **Fig. 5** dargestellt, ist jedes Modul **10** ein parallelepiped-förmiges Fotovoltaik-Modul ohne Rahmen, das einen vorderen Träger bzw. eine „Auf-lage“ **11**, einen hinteren Träger **12** und eine oder mehrere Fotovoltaik-Zellen **13**, die zwischen vorderem Träger **11** und hinterem Träger **12** eingefügt sind, umfasst. Der vordere Träger **11**, der dazu bestimmt ist, auf der Seite des Auftreffens der Sonnenstrahlung auf dem Modul angeordnet zu werden, ist transparent und besteht beispielsweise aus einem besonders klaren, transparenten Glas oder einem transparenten thermoplastischen Polymer wie Polycarbonat, Polyurethan oder Polymethylmethacrylat. Der hintere Träger **12**, der dazu bestimmt ist, gegenüber der Struktur **30** angeordnet zu werden, besteht vollständig aus einem geeigneten elektrisch isolierenden transparenten oder nicht transparenten Material. e_{12} ist die Dicke des hinteren Trägers **12**.

[0035] Als Variante kann der hintere Träger teilweise metallische Teile einschließen, vorausgesetzt eine Beschichtung oder eine Abdeckung aus einem elektrisch isolierendem Material verhindert jegliche elektrische Verbindung zwischen diesen metallischen Teilen und dem Potential der Masse.

[0036] Die oder jede zwischen den Trägern **11** und **12** angeordnete Fotovoltaik-Zelle **13** wird aus einer Schichtung von dünnen Schichten gebildet, die nacheinander auf dem vorderen Träger **11** eine elektrisch leitfähige transparente Schicht **14**, insbesondere auf Basis eines transparenten leitfähigen Oxids (Transparent Conductive Oxide), die eine vordere Elektrode der Zelle bildet, eine absorptive Schicht **15**, die geeignet ist, die Energie aus der Sonnenstrahlung, die auf der Zelle auftrifft, aufzunehmen, insbesondere eine dünne Schicht auf Basis von amorphem oder mikrokristallinem Silicium oder auf Basis von Kadmiumtelltellurid, und eine elektrisch leitfähige Schicht **16**, die eine hintere Elektrode der Zelle bildet, umfasst. Eine nicht dargestellte Polymer-Zwischenschicht wird verwendet, um diese Schichtung von dünnen Schichten mit dem hinteren Träger **12** oder einem Film, der eine hintere Abdeckung bildet, zu verbinden.

[0037] Als Variante kann die absorptive Schicht **15** der oder jeder Zelle **13** eine dünne Schicht aus einer Chalkopyrit-Verbindung sein, die Kupfer, Indium und Selen enthält, wobei der genannten absorptiven CIS-Schicht ggf. Gallium (absorptive CIGS-Schicht), Aluminium oder Schwefel zugegeben wird. In diesem Fall umfasst die oder jede Zelle **13** mit dünnen Schichten eine analoge Schichtung wie die oben beschriebene, wobei eine nicht dargestellte Polymer-Zwischenschicht ebenfalls zwischen der vorderen Elektrode **14** der Zelle und dem vorderen Träger **11** angeordnet ist, um eine gute Kohäsion des Moduls **10** bei seinem Zusammenbau zu gewährleisten.

[0038] Die Zwischenschicht kann in beiden Fällen insbesondere aus Polyvinylbutyral (PVB) oder Ethylenvinylacetat (EVA) bestehen.

[0039] Gemäß einer weiteren Variante kann die oder jede Zelle **13** aus Wafern aus polykristallinem Silicium bestehen, die einen p-n-Übergang bilden.

[0040] Jedes Modul **10** weist zwei Anschlussdosen **50** auf, die mit der hinteren Seite **12A** des hinteren Trägers **12** verbunden sind, die dazu bestimmt ist, gegenüber der Struktur **30** angeordnet zu werden, wobei diese die Seite des hinteren Trägers **12** ist, die der oder jeder Fotovoltaik-Zelle **13** gegenüberliegt. Die Anschlussdosen **50** sind mit der Seite **12A** mit einem beliebigen geeigneten Mittel, insbesondere durch Kleben, verbunden und sind symmetrisch zueinander in einer Längsmittelachse X_{10} des Moduls in Höhe eines mittleren Teils des Moduls in der Richtung der Achse X_{10} angeordnet. Die Anschluss-

dosen **50** sind miteinander und mit dem Äußeren durch Kabel **52** verbunden, was den elektrischen Anschluss des Moduls **10**, sobald dieses auf der Struktur **30** montiert ist, mit angrenzenden Modulen **10** und nicht dargestellten Vorrichtungen zur Bereitstellung von Strom ermöglicht.

[0041] Jedes Fotovoltaik-Modul **10** ist auf der Struktur **30** mit vier Verbindungselementen **20**, die mit dem Modul verbunden sind, und vier Haltern **40**, die mit Traversen **37** der Struktur verbunden sind, montiert. In diesem Ausführungsbeispiel gibt es für jedes Fotovoltaik-Modul **10** nur vier Bereiche, in denen sich die Fotovoltaik-Zelle **13** des Moduls in geringem Abstand zur metallischen Struktur in montierter Konfiguration befindet, wobei diese Bereiche den Bereichen zur Befestigung des Moduls auf der Struktur mit den Verbindungselementen **20** und den Trägern **40** entsprechen.

[0042] Jedes Verbindungselement **20** und jeder Halter **40** des Systems zur Montage **1** bestehen aus einem elektrisch isolierenden Material, insbesondere aus einem Polymermaterial oder einem Verbundmaterial, das eine Polymermatrix und elektrisch isolierende Fasern umfasst. Beispiele für geeignete elektrisch isolierende Materialien umfassen Polymere wie Polypropylen, Polyethylen, Polyamid und Polycarbonat, die mit elektrisch isolierenden Fasern wie Glasfasern oder Polymerfasern verstärkt sein können. Wenn die Verbindungselemente **20** und die Halter **40** des Systems zur Montage **1** aus einem Polymermaterial oder einem Material mit Polymermatrix bestehen, werden jedes Verbindungselement **20** und jeder Halter **40** vorteilhafterweise durch Gießen, insbesondere durch Spritzgießen, geformt.

[0043] Die vier Verbindungselemente **20** werden mit der hinteren Seite **12A** des hinteren Trägers **12** durch Kleben mit einem Klebstoff verbunden. Wie aus [Fig. 5](#) zu ersehen ist, sind die vier Verbindungselemente **20** untereinander identisch und gleichmäßig auf der hinteren Seite **12A** des Moduls **10** verteilt, indem sie innen zu den Längsumfangsrändern **18** und Querumfangrändern **19** des Moduls versetzt sind. Genauer gesagt, wenn die hintere Seite **12A** in vier Teilbereiche mit gleichen Maßen unterteilt wird, sind die Verbindungselemente **20** jeweils auf Höhe eines zentralen Teils von einem der Teilbereiche angeordnet. Eine solche Anordnung der auf der hinteren Seite **12A** verteilten Verbindungselemente **20** ermöglicht ein Verstärken der Struktur des Moduls **10** und ein Verbessern der mechanischen Festigkeit.

[0044] Wie aus der [Fig. 4](#) gut ersichtlich, umfasst jeder Halter **40** ein erstes Teil **42** zum Einrasten auf der Struktur **30** und ein zweites Teil **44** zum Koppeln an ein Verbindungselement **20**. In diesem Ausführungsbeispiel stellt das Teil zum Einrasten **42** im Allgemeinen eine U-Form dar, bei der die Öffnung des Us

teilweise durch einen Rand **43** geschlossen ist. Einer der Seitenarme des Teils zum Einrasten **42** in U-Form wird vom Teil zum Koppeln **44** gebildet, während der andere Seitenarm **41** des Teils zum Einrasten **42** in U-Form durch den Rand **43** verlängert wird, der in Richtung des Teils zum Koppeln **44** einwärts gekrümmt ist. Somit weist das Teil zum Einrasten **42** einen zwischen dem Rand **43** und dem Teil **44** offenen viereckigen Querschnitt auf, der den Querschnitt von jeder Traverse **37** ergänzt.

[0045] Jeder Halter **40** des Systems zur Montage **1** besteht vorteilhafterweise aus einem elastisch verformbaren Material, so dass die Seitenarme **41** und **44** des Teils zum Einrasten **42** elastisch voneinander entfernt werden können. Somit kann die Öffnung, die zwischen dem Rand **43** und dem Teil zum Koppeln **44** abgegrenzt wird, vergrößert werden, um das Einrasten des Teils **42** auf einer Traverse **37** der Struktur **30** zu bewirken. In der Konfiguration des Einrastens des Teils **42** auf einer Traverse **37** wird die Traverse **37** vom Innenvolumen **47** aufgenommen und umfasst, das vom Teil **42** definiert wird, so dass der Halter **40** mit der Traverse **37** verbunden ist. In dieser Konfiguration des Einrastens kann ein geringes Einspannen des Teils **42** auf der Traverse **37**, d. h. mit einem gewissen Spiel, erfolgen, so dass der Halter **40** durch Schieben in der Richtung der Längsachse X_{37} der Traverse bewegt werden kann.

[0046] Wie in der [Fig. 4](#) dargestellt, umfasst der Teil zum Koppeln **44**, der in diesem Ausführungsbeispiel einen Seitenarm des Teils zum Einrasten **42** von jedem Halter **40** darstellt, ein erhabenes Muster **45**. Diese erhabene Muster **45** ist vorgesehen, um in ein ergänzendes vertieftes Muster **25** einzugreifen, das jedes Verbindungselement **20** des System zur Montage **1** auf einer Seite **20A** umfasst. Das vertiefte Muster **25** von jedem Halter **20** und das erhabene Muster **45** von jedem Halter **40** weisen sich ergänzende trapezförmige Profile auf, wobei der Querschnitt S_{25} , S_{45} von jedem Muster **25**, **45** in einer Längsrichtung X_{25} , X_{45} des Musters abnimmt. Die Muster **25** und **45** eines Verbindungselements und eines Halters **40** des Systems zur Montage **1** können somit durch eine Schiebebewegung zueinander in der Längsrichtung X_{25} , X_{45} der Muster, wie durch den Pfeil F_1 in [Fig. 2](#) dargestellt, in gegenseitigen Eingriff gebracht werden. Wenn das Muster **25** eines Verbindungselements **20** in Eingriff mit dem Muster **45** eines Halters **40** ist, sind das Verbindungselement und der Halter gekoppelt.

[0047] Dieses Koppeln des Verbindungselements **20** und des Halters **40** ist insofern reversibel, als, wenn die Muster **25** und **45** in gegenseitigen Eingriff sind, ein Grad der Freiheit zum Verschieben des Verbindungselements **20** zum Halter **40** in Richtung des Pfeils F_2 in [Fig. 2](#) entgegengesetzt zum Pfeil F_1 besteht. Mit anderen Worten:

Wenn die Muster **25** und **45** in gegenseitigem Eingriff sind, sind das Verbindungselement **20** und der Halter **40** gegenseitig fixiert mit Ausnahme in Richtung des Pfeils F2.

[0048] Wie in [Fig. 5](#) ersichtlich, ist jedes Verbindungselement **20** auf der hinteren Seite **12A** des Moduls **10** so befestigt, dass die Achse X25 seines vertieften Musters **25** parallel zur Längsachse X10 des Moduls ist. Die vier Halter **40** zur Aufnahme eines Moduls **10** sind paarweise auf zwei benachbarten Traversen **37** verteilt, wobei die eine dieser Traversen, die so genannte obere Traverse, oberhalb der anderen, der so genannten unteren Traverse, aufgrund des Neigungswinkels α der Ebene p zur Befestigung der Module auf der Struktur **30** angeordnet ist. In der Konfiguration des Einrastens von jeder der Halter **40** auf einer Traverse **37** ist die Achse X45 des erhabenen Musters **45** des Halters quer zur Achse X37 der Traverse ausgerichtet. Wenn die vier Verbindungselemente **20** des Moduls im Eingriff mit den entsprechenden vier Haltern **40** sind, ist das Modul **10** somit auf der Struktur **30** befestigt, wobei seine Längsachse X10 quer zur Achse X37 der Traversen **37** ausgerichtet ist.

[0049] e_{20} ist die Dicke von jedem Verbindungselement **20** außerhalb des Musters **25** und e_{44} ist die Dicke des Teils zum Koppeln **44** von jedem Halter **40** außerhalb des Musters **45**. In Höhe von jedem Bereich zur Befestigung des Moduls auf einer Traverse **37** beträgt in der Konfiguration der Kopplung des Verbindungselements **20** mit dem Halter **40** die Gesamtdicke $e_{12} + e_{20} + e_{44}$ von zwischen der metallischen Traverse **37** und der hinteren Elektrode **16**, die das leitfähige Element der Fotovoltaik-Zelle **13** mit dem geringsten Abstand zur Traverse **37** ist, positioniertem elektrisch isolierendem Material, in einer senkrechten Richtung zur Ebene des Moduls **10** mindestens 7 mm, bevorzugt mindestens 10 mm, besonders bevorzugt mindestens 12 mm. In der Konfiguration der Montage ist die Fotovoltaik-Zelle des Moduls **10** somit elektrisch zur metallischen Struktur **30** isoliert. Vorteilhafterweise entspricht die Dicke e_{20} von jedem Verbindungselement **20** der Dicke e_{50} von jedem der beiden Anschlussdosen **50** des Moduls. Somit bietet das Modul **10** mit seinen beiden Anschlussdosen **50** und seinen vier Verbindungselementen **20** eine optimale Kompaktheit, was Verpacken, Lagern und Transportieren vereinfacht.

[0050] Ein Verfahren zur Montage von Fotovoltaik-Modulen **10** auf der Struktur **30**, für welche die mittlere Ebene p zur Befestigung der Module zur Waagrechte in einem Winkel α zwischen 0° und 90° geneigt ist, mit dem System zur Montage **1** gemäß der Erfindung, umfasst Schritte wie nachfolgend beschrieben.

[0051] Zunächst werden vier Verbindungselemente **20** auf jedem Modul **10** gemäß der in [Fig. 5](#) darge-

stellten Anordnung durch Kleben zwischen der Seite **20B** von jedem Verbindungselement, gegenüber der Seite **20A**, und der hinteren Seite **12A** des Moduls befestigt.

[0052] Es werden ebenfalls Träger **40** mit der Struktur **30** durch Einrasten des Teils **42** von jedem Träger auf Traversen **37** der Struktur verbunden. Genauer gesagt werden für jedes Modul **10** vier Halter **40** auf zwei benachbarten Traversen **37**, die aufgrund des Neigungswinkels α der Ebene p oben und unten sind, d. h. zwei Halter auf der oberen Traverse **37** und zwei Halter auf der unteren Traverse **37**, eingerastet, wobei die Halter auf den Traversen in einem geeigneten Abstand entsprechend dem Abstand zwischen den Verbindungselementen **20** der Module **10** angeordnet werden. Jeder Halter **40** wird auf der entsprechenden Traverse **37** so eingerastet, dass der Querschnitt S45 seines Musters **45** in Richtung des Bodens abnimmt.

[0053] Wenn das Teil zum Einrasten **42** von jedem Halter **40** unter geringem Einspannen bzw. mit einem gewissen Spiel auf der entsprechenden Traverse **37** in der Konfiguration des Einrastens, d. h. mit der Möglichkeit zum Verschieben des Halters **40** zur Traverse **37**, erfolgt, kann die Positionierung der Halter **40** auf der Struktur **30** vor der Montage der Module **10** oder während der Montage angepasst werden. Diese Positionierung wird anschließend durch Kleben der Halter **40** auf der Struktur **30** mit einem Klebstoff fixiert, der das Spiel zwischen dem Teil **42** und der Traverse **37** ausfüllt. Das Positionieren der Module auf der Struktur ist durch die Möglichkeit des Anpassens der Position der auf der Montagestruktur eingerasteten Halter einfach.

[0054] Sobald die Module mit ihren Verbindungselementen **20** und die Struktur mit Haltern **40** ausgestattet sind, wird jedes Modul **10** an der Struktur **30** befestigt, indem die Muster **25** der vier Verbindungselemente **20** des Moduls in Eingriff mit den Mustern **45** der zu diesem Zweck auf der Struktur **30** eingerasteten vier Halter **40** gebracht werden. Dieses gegenseitige Eingreifen der Muster **25** und **45** wird durch eine Schiebebewegung des Moduls **10** zur Struktur **30** nach unten in Richtung des Pfeils F_1 in [Fig. 2](#) und in Richtung des Bodens erzielt.

[0055] Vorteilhafterweise erfolgt der Schritt zum Verbinden der Verbindungselemente **20** mit der hinteren Seite **12A** von jedem Modul am Ort der Herstellung der Module **10** auf eine in der Linie zur Herstellung der Module integrierten Weise, während die folgenden Schritte am Ort der Montage der Module **10** erfolgen.

[0056] Falls ein auf der Struktur **30** montiertes Modul **10** entfernt oder ersetzt werden muss, beispielsweise aufgrund eines Defekts dieses Moduls, erfolgt die

Demontage des Moduls **10** auf eine besonders einfache Weise durch eine Schiebewegung des Moduls **10** zur Struktur **30** nach oben in Richtung des Pfeils F_2 in **Fig. 2**.

[0057] Beim in den **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel weisen die zu denen des ersten Ausführungsbeispiels analogen Elemente identische Bezugszeichen, erhöht um **100**, auf. Das System zur Montage **100** gemäß diesem zweiten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom System zur Montage des ersten Ausführungsbeispiels nur durch die Struktur der Halter. Genauer gesagt befinden bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel das Teil zum Einrasten **142** und das Teil zum Koppeln **144** von jedem Halter **140** in einem Abstand zueinander und sind durch ein Teil zur Verbindung **146** verbunden. Mit anderen Worten: Das Teil zum Koppeln **144** bildet nicht mehr einen Seitenarm des Teils zum Einrasten **142**, sondern ist mit einem Seitenarm **148** des Teils **142** durch das Teil zur Verbindung **146** verbunden. Wie in **Fig. 7** dargestellt, ist für jeden Halter **140** der Abstand zwischen der hinteren Seite des Seitenarms **148** und der vorderen Seite des Teils zum Koppeln **144** außerhalb des Musters **145**.

[0058] Wie zuvor bestehen jedes Verbindungselement **120** und jeder Halter **140** des Systems zur Montage **101** aus einem elektrisch isolierendem Material, insbesondere aus einem Polymermaterial oder einem Verbundmaterial, das eine Polymermatrix umfasst. Insbesondere wird jeder Halter **140** vorteilhafterweise durch Spritzgießen in einem Stück aus einem Verbundmaterial gegossen, das eine Polymermatrix umfasst, die mit elektrisch isolierenden Fasern verstärkt ist. Die in den **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellte Struktur von jedem Halter **140** ist sehr schematisch. Insbesondere sind Verstärkungselemente auf Höhe des Teils zur Verbindung **146**, die zum Gewährleisten einer befriedigenden mechanischen Festigkeit des Halters **140** erforderlich sind, in diesen Figuren nicht dargestellt.

[0059] Die mit jedem Modul **110** verbundenen Halter **140** sind so gewählt, dass der Abstand d zwischen dem ersten Paar von Haltern des Moduls, die auf der oberen Traverse **137** der Struktur **130** eingerastet sind, und dem zweiten Paar von Haltern des Moduls, die auf der unteren Traverse **137** eingerastet sind, verschieden ist. Wie in der **Fig. 6** dargestellt, ist der Abstand d_1 zwischen dem ersten Paar von Haltern **140**, die auf der oberen Traverse **137** eingerastet sind, geringer als der Abstand d_2 zwischen dem zweiten Paar von Haltern **140**, die auf der unteren Traverse **137** eingerastet sind, so dass in der Konfiguration der Befestigung von jedem Modul auf der Struktur das Modul in einem Winkel β von 10° zur Ebene p zur Befestigung von Modulen auf der Struktur geneigt ist. Dadurch entsteht eine stufenförmige Anordnung der Module **110** auf der Struktur **130** wie bei Dachzie-

geln. Eine solche stufenförmige Anordnung der Module **110** vermeidet eine Ansammlung von Schmutz oder Schnee zwischen zwei angrenzenden Module und begrenzt dadurch die Verschmutzung der Module.

[0060] In diesem Ausführungsbeispiel beträgt in Höhe von jedem Bereich zur Befestigung des Moduls auf einer Traverse **137** in der Konfiguration der Koppelung des Verbindungselements **120** mit dem Halter **140** die Gesamtdicke $e_{112} + e_{120} + d$ von zwischen der Traverse **137** und der hinteren Elektrode **116**, die das leitfähige Element der Fotovoltaik-Zelle **113** mit dem geringsten Abstand zur metallischen Traverse **137** ist, positioniertem elektrisch isolierendem Material, in einer senkrechten Richtung zur Ebene des Moduls **110** mindestens 7 mm, bevorzugt mindestens 10 mm, besonders bevorzugt mindestens 12 mm. In diesem Fall umfasst das elektrisch isolierende Zwischenmaterial zugleich Luft und die Materialien, aus denen der hintere Träger **112**, das Verbindungselement **120** und der Träger **140** bestehen. Vorteilhafterweise, da ein Platz zwischen dem Teil zum Einrasten und dem Teil zum Koppeln von jedem Halter des Systems zur Montage vorgesehen ist, werden ferner die Luftkonvektionsströmungen an der Rückseite der Module und somit die Kühlung der Module verbessert.

[0061] Die Halter **140** des Systems zur Montage **101** gemäß diesem zweiten Ausführungsbeispiel können in zwei verschiedenen Serien hergestellt werden, die eine mit dem Abstand d_1 zwischen den Teilen **142** und **144** und die andere mit dem Abstand d_2 zwischen den Teilen **142** und **144**. Als Variante können die Halter **140** nach einem einheitlichem Modell hergestellt werden, das Mittel zum Einstellen des Abstands d zwischen den Teilen **142** und **144**, beispielsweise ein Rastsystem, umfasst. In diesem Fall sind spezielle Verstärkungen des Bereichs der Verbindung zwischen den Teilen **142** und **144** vorzusehen, um eine befriedigende mechanische Festigkeit des Halters zu gewährleisten.

[0062] Beim in den **Fig. 8** und **Fig. 9** dargestellten dritten Ausführungsbeispiel weisen die zu denen des ersten Ausführungsbeispiels analogen Elemente identische Bezugszeichen, erhöht um **200**, auf. Das System zur Montage **201** gemäß diesem dritten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom System zur Montage des ersten Ausführungsbeispiels insofern, als die Verbindungselemente **220** direkt mit den Traversen **237** der Struktur **230** gekoppelt werden können. Genauer gesagt umfasst jede Traverse **237** einen Absatz **238**, der aufgrund der Neigung der Ebene p zur Befestigung der Module **210** auf der Struktur **230** nach oben entgegengesetzt zum Boden gerichtet ist. Für die Befestigung eines Fotovoltaik-Moduls **210** auf der metallischen Struktur **230** umfasst jedes der vier Verbindungselemente **220** des Moduls einen Ha-

ken **228**, der für das Zusammenwirken mit dem Absatz **238** der Traverse **237** vorgesehen ist. Der Haken **228** eines Verbindungselements **220** kann in Eingriff mit dem Absatz **238** einer Traverse **237** durch eine Schiebebewegung des Hakens zum Absatz in Richtung des Pfeils F_3 von Fig. 9 gebracht werden.

[0063] Wenn sich der Haken **228** eines Verbindungselements **220** in Eingriff mit dem Absatz **238** einer Traverse **237** befindet, ist das Verbindungselement mit der Traverse gekoppelt und diese Kopplung ist reversibel. Das Modul **210** ist auf der Struktur **230** befestigt, wenn sich seine vier Verbindungselemente **220** paarweise auf zwei benachbarten Traversen **237** im Eingriff befinden, wobei eine der Traversen oberhalb der anderen angeordnet ist. In diesem Ausführungsbeispiel besteht jedes Verbindungselement **220** aus einem elektrisch isolierenden Material, insbesondere aus einem Polymermaterial oder einem Verbundmaterial, das eine Polymermatrix und elektrisch isolierende Fasern umfasst. In Höhe von jedem Bereich zur Befestigung des Moduls **210** auf einer Traverse **237** beträgt die Gesamtdicke $e_{212} + e_{220}$ von zwischen der metallischen Traverse **237** und der hinteren Elektrode **216**, die das leitfähige Element der Fotovoltaik-Zelle **213** mit dem geringsten Abstand zur Traverse **237** ist, positioniertem elektrisch isolierendem Material, in einer senkrechten Richtung zur Ebene des Moduls **210** mindestens 7 mm, bevorzugt mindestens 10 mm, besonders bevorzugt mindestens 12 mm. Somit sind die leitfähigen Elemente des Fotovoltaik-Moduls **210** elektrisch zur metallischen Struktur **230** auf Höhe von jedem Bereich zur Befestigung des Moduls auf der Struktur isoliert, der dem einzigen Bereich entspricht, in dem sich die Fotovoltaik-Zelle des Moduls in geringem Abstand zur Struktur befindet.

[0064] Aus den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen geht hervor, dass ein System zur Montage gemäß der Erfindung gewährleistet, dass auf Höhe von jedem Bereich, in dem sich die oder jede Fotovoltaik-Zelle eines Fotovoltaik-Moduls in geringem Abstand zu einem geerdeten metallischen Teil seiner Struktur zur Montage befindet, eine bestimmte Dicke von elektrisch isolierendem Material zwischen dem metallischen Teil und dem Teil mit dem geringsten Abstand zu den leitfähigen Elementen der Fotovoltaik-Zelle, d. h. zur hinteren Elektrode in den vorhergehenden Beispielen, eingefügt ist. Vorteilhafterweise beträgt auf Höhe von jedem Bereich, in dem sich die oder jede Fotovoltaik-Zelle des Moduls in einem geringen Abstand zu einem geerdeten metallischen Teil seiner Struktur zur Montage befindet, die Dicke von zwischen dem metallischen Teil der Struktur und dem Teil mit dem geringsten Abstand zu den leitfähigen Elementen der Fotovoltaik-Zelle positioniertem elektrisch isolierendem Material in einer zur Ebene des Moduls senkrechten Richtung mindestens 7 mm, bevorzugt mindestens 10 mm, besonders bevorzugt 12 mm.

[0065] Durch diese Anordnung ist jedes leitfähige Element des Moduls elektrisch isoliert und wird in einem Abstand zu jedem geerdeten metallischen Teil der Struktur zur Montage gehalten, was ein Verringern der Stärke des elektrischen Feldes ermöglicht, dem das Modul ausgesetzt ist. Somit ermöglicht ein System zur Montage gemäß der Erfindung das Vermeiden der Gefahr einer Beschädigung von Hochspannungsmodulen in Systemen zur Erzeugung von Strom, insbesondere bei Spannungen über mehreren hundert Volt, was die Lebensdauer der Module verlängert. Ein Beispiel für einen Mechanismus der Beschädigung, der bei Hochspannung an Fotovoltaik-Modulen mit Dünnschichten auftreten kann, ist die Delaminierung. Ein System zur Montage gemäß der Erfindung kann ebenfalls das Erreichen von höheren Systemspannungen von über 500 V oder sogar 1000 V ermöglichen.

[0066] Ferner ermöglicht ein System zur Montage gemäß der Erfindung eine schnelle und einfache Montage von Fotovoltaik-Modulen auf einer Struktur, indem die Muster der Verbindungselemente direkt in Eingriff mit der Struktur oder mit den auf der Struktur versetzten Haltern gebracht werden, ohne dass ein spezielles Werkzeug erforderlich ist. Der Eingriff wird durch eine einfache Schiebebewegung von jedem Modul zur Struktur hergestellt, bis eine Fixierung erfolgt, die auf die entsprechende Form der Muster zurückzuführen ist. Die Befestigung der Module auf der Struktur ist zuverlässig und robust. Insbesondere ist die Belastbarkeit der Module durch die regelmäßige Verteilung der Verbindungselemente auf der hinteren Seite von jedem Modul befriedigend. Ferner ist die Verbindung der Module mit der Struktur gemäß der Erfindung reversibel, was eine separate Demontage eines Moduls von der Struktur bei einem Defekt dieses Moduls ermöglicht.

[0067] Die Bestandteile eines Systems zur Montage gemäß der Erfindung, d. h. die Verbindungselemente und die Halter, bieten den Vorteil, dass sie auf eine einfache und wirtschaftliche Weise, insbesondere durch Spritzguss aus einem Polymermaterial, hergestellt werden können. Verbindungselemente und Halter, die eine Polymermatrix umfassen, können ebenfalls durch elastische Verformung Vibrationsbewegungen der Module auf ihrer Montagestruktur auffangen, die beispielsweise unter Windeinwirkung eintreten können. Dadurch kann eine Dämpfung von Lärm aufgrund solcher Vibrationsbewegungen erzielt werden.

[0068] Durch das Anbringen eines Systems zur Montage gemäß der Erfindung ist ferner kein geerdeter Rahmen mehr am Umfang des Moduls erforderlich, um seine Befestigung auf einer Struktur zu gewährleisten. Somit ist die gesamte aktive Oberfläche des Moduls der Sonnenstrahlung ausgesetzt, was eine optimale Leistung des Moduls gewährleistet.

[0069] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen und dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. In den vorhergehenden Beispielen sind Fotovoltaik-Module insbesondere Module ohne Rahmen. Als Variante können die Module einen Rahmen umfassen, vorzugsweise einen nicht metallischen Rahmen, so dass die elektrisch leitfähigen Elemente von jeder Fotovoltaik-Zelle des Moduls in einem Abstand zu jedem geerdeten metallischen Teil in der Konfiguration der Montage gehalten werden. Wie zuvor erwähnt umfassen die leitfähigen Elemente von jeder Fotovoltaik-Zelle die vordere und hintere Elektrode der Zelle, können aber ebenfalls Sammelschienen oder Verbindungsschienen umfassen, die in den Figuren nicht dargestellt sind.

[0070] Ein System zur Montage gemäß der Erfindung kann ebenfalls Verbindungselemente und Halter mit Formen oder Verteilungsarten auf den Modulen und auf der Aufnahmestruktur, die sich von den zuvor beschriebenen unterscheiden, oder eine verschiedene Anzahl von Verbindungselementen und Haltern aufweisen. Diese Parameter können insbesondere entsprechend der voraussichtlichen Last auf den Modulen, sobald sie auf der Struktur befestigt sind, beispielsweise einer Wind- oder Schneelast, angepasst werden. Wie zuvor erwähnt sind die Verbindungselemente vorteilhafterweise regelmäßig auf der hinteren Seite des Moduls verteilt, um die Struktur des Moduls zu verstärken. Wenn somit jedes Modul einer besonders hohen Last ausgesetzt ist, kann beispielsweise zusätzlich zu den in jedem Teilbereich der hinteren Seite **12A** des Moduls verteilten Verbindungselementen, wie in **Fig. 5** dargestellt, ein zum Modul mittig angeordnetes fünftes Verbindungselement vorgesehen werden und können die obere und untere Traverse zur Aufnahme der Halterungen mit einem Mittelträger verbunden werden, auf dem das fünfte Verbindungselement direkt oder mit einem auf der Struktur eingerasteten fünften Halter angehängt werden kann.

[0071] Wenn die Verbindungselemente eines Moduls mit Haltern gekoppelt werden können, die mit der Struktur zur Montage verbunden sind, wie im ersten und zweiten Ausführungsbeispiel, können die Halter aus einem metallischen Material statt einem elektrisch isolierenden Material bestehen. In diesem Fall beträgt die Gesamtdicke $e_{12} + e_{20}$, $e_{112} + e_{120}$ des hinteren Trägers und der Verbindungselemente aus einem elektrisch isolierenden Material vorteilhafterweise mindestens 7 mm, bevorzugt mindestens 10 mm, besonders bevorzugt mindestens 12 mm, um einen ausreichenden Abstand zwischen einerseits den leitfähigen Elementen der oder jeder Fotovoltaik-Zelle der Module und andererseits den metallischen Haltern zu gewährleisten, wobei letztere aufgrund ihrer elektrischen Leitfähigkeit zu einer Beschädigung der Hochspannungsmodule führen können, wenn sie einen zu geringen Abstand zu den Modulen aufweisen.

[0072] Eine stufenförmige Anordnung der Module auf der Struktur wie bei Dachziegeln, die eine vorteilhafte Anordnung zum Begrenzen der Verschmutzung darstellt, kann durch andere Mittel wie eine Anpassung der Struktur der Halter des Systems zur Montage gemäß der Erfindung erreicht werden, wie im zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt; dabei wird ein anderer Abstand zwischen dem Teil zum Einrasten und dem Teil zum Koppeln von einem Halter zum nächsten vorgesehen. Insbesondere kann solche eine stufenförmige Anordnung der Module erreicht werden, indem die Struktur der Verbindungselemente oder die Struktur zur Aufnahme der Module statt die Struktur der Halter geändert wird. Die Änderung der Struktur zur Aufnahme, um eine stufenförmige Anordnung der Module zu erreichen, ist in **Fig. 10** dargestellt.

[0073] In dieser Figur ist das System zur Montage dasjenige des ersten Ausführungsbeispiels, aber die Traversen **37** sind nicht direkt auf den Stäben **35** der Struktur **30** angefügt, sondern auf den Streben **39** befestigt, die über die Stäbe **35** hervorragen. Genauer gesagt ist, wie in **Fig. 10** dargestellt, für jedes Modul **10**, das auf der Struktur **30** zu befestigen ist, die obere Traverse **37** zur Aufnahme des Moduls auf den hervorragenden Streben **39** mit einer Länge d_1 befestigt, während die untere Traverse **37** zur Aufnahme des Moduls auf den hervorragenden Streben **39** mit einer Länge d_2 größer als d_1 befestigt ist. Somit sind in der Konfiguration, in der die Halter **40** auf den Traversen **37** eingerastet sind, diese selbst auf den hervorragenden Streben **39** befestigt, und in der die Verbindungselemente **20** mit den Halterungen **40** gekoppelt sind, jedes Modul in einem Winkel β von 10° zur Ebene p geneigt.

[0074] Schließlich kann ein System zur Montage gemäß der Erfindung für die Montage von Fotovoltaik-Modulen auf einer Struktur zur Aufnahme jeglicher Art, insbesondere einer Trägerstruktur im Freien, einem Dach oder einer Fassade, verwendet werden.

Schutzansprüche

1. System zur Montage (**1**, **101**, **201**) eines Fotovoltaik-Moduls (**10**, **110**, **210**) auf einer zumindest teilweise metallischen Struktur (**30**, **130**, **230**), wobei das Fotovoltaik-Modul mindestens eine Fotovoltaik-Zelle (**13**, **113**, **213**) umfassend elektrisch leitfähige Elemente (**14**, **16**, **114**, **116**, **214**, **216**) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass es in Höhe von jedem Bereich, in dem sich die Fotovoltaik-Zelle (**13**, **113**, **213**) in geringem Abstand zu einem geerdeten metallischen Teil (**37**, **137**, **237**) der Struktur (**30**, **130**, **230**) in montierter Konfiguration befindet, mindestens ein zwischen dem metallischen Teil (**37**, **137**; **237**) und dem Teil in geringstem Abstand (**16**, **116**; **216**) zu den elektrisch leitfähigen Elementen der Fotovoltaik-Zelle positioniertes elektrisch isolierendes Element (**12**,

20, 44, 112, 120, 144, 146, 148, 212, 220) umfasst, wobei die Gesamtdicke ($e_{12} + e_{20} + e_{44}, e_{112} + e_{120} + d; e_{212} + e_{220}$) von elektrisch isolierendem Material zwischen dem metallischen Teil (**37, 137, 237**) und dem Teil in geringstem Abstand (**16, 116, 216**) zu den elektrisch leitfähigen Elementen der Fotovoltaik-Zelle mindestens 7 mm, bevorzugt mindestens 10 mm, besonders bevorzugt mindestens 12 mm beträgt.

2. System zur Montage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine elektrisch isolierende Element einen hinteren Träger (**12, 112, 212**) des Fotovoltaik-Moduls (**10, 110, 210**) aus einem elektrisch isolierenden Material umfasst.

3. System zur Montage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Bereich, in dem sich die Fotovoltaik-Zelle (**13, 113, 213**) in geringem Abstand zu einem geerdeten metallischen Teil (**37, 137, 237**) der Struktur (**30, 130, 230**) in montierter Konfiguration befindet, ein Bereich zur Befestigung des Moduls (**10, 110, 210**) auf der Struktur ist, und das mindestens eine elektrisch isolierende Element ein mit einer hinteren Seite (**12A, 112A, 212A**) des hinteren Trägers (**12, 112, 212**) verbundenes Verbindungselement (**20, 120, 220**) umfasst.

4. System zur Montage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungselement (**20, 120, 220**) aus einem Polymermaterial oder einem Verbundmaterial, das eine Polymermatrix und elektrisch isolierende Fasern umfasst, besteht.

5. System zur Montage nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungselement (**220**) direkt mit dem metallischen Teil (**237**) der Struktur zur Befestigung des Moduls (**210**) auf der Struktur gekoppelt werden kann.

6. System zur Montage nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine elektrisch isolierende Element in Höhe dieses Bereichs zur Befestigung zusätzlich mindestens einen Teil (**44, 144, 146, 148**) eines Halters (**40, 140**) umfasst, wobei der Halter (**40, 140**) mit dem metallischen Teil (**37, 137**) der Struktur (**30, 130**) verbunden ist und das Verbindungselement (**20, 120**) mit dem Teil (**44, 144, 146, 148**) des Halters (**40, 140**) zur Befestigung des Moduls (**10, 110**) auf der Struktur gekoppelt werden kann.

7. System zur Montage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Halter (**40, 140**) vollständig aus einem elektrisch isolierenden Material, insbesondere aus einem Polymermaterial oder einem Verbundmaterial, das eine Polymermatrix und elektrisch isolierende Fasern umfasst, besteht.

8. System zur Montage nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungs-

element (**20, 120**) ein erhabenes oder vertieftes Muster (**25, 125**) umfasst, das in ein ergänzendes vertieftes oder erhabenes Muster (**45, 145**) des Teils (**44, 144**) des Halters (**40, 140**) eingreifen kann, wobei Verbindungselement und Halter durch Eingreifen ihrer entsprechenden Muster gekoppelt werden können.

9. System zur Montage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Halter (**40, 140**) mit dem metallischen Teil (**37, 137**) der Struktur (**30, 130**) durch Einrasten verbunden wird.

10. System zur Montage nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass es mindestens zwei mit der hinteren Seite (**12A, 112A, 212A**) des hinteren Trägers (**12, 112, 212**) verbundene Verbindungselemente (**20, 120, 220**) umfasst, die regelmäßig auf der Seite (**12A; 112A; 212A**) verteilt und innen zu den Umfangsrändern (**18, 19**) des Moduls versetzt sind.

11. System zur Montage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Bereich, in dem sich die Fotovoltaik-Zelle (**13, 113, 213**) in geringem Abstand zu einem geerdeten metallischen Teil (**37, 137, 237**) der Struktur (**30, 130, 230**) in einer Konfiguration der Montage befindet, ein Bereich zur Befestigung des Moduls (**10, 110, 210**) auf der Struktur ist.

12. System zur Montage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fotovoltaik-Modul keinen metallischen Rahmen aufweist.

13. Anordnung umfassend eine zumindest teilweise metallische Struktur (**30, 130, 230**) und zumindest ein auf der Struktur montiertes Fotovoltaik-Modul (**10, 110, 210**), dadurch gekennzeichnet, dass das Modul (**10, 110, 210**) auf der Struktur (**30, 130, 230**) mit einem System zur Montage (**1, 101, 201**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche montiert ist.

14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um ein System zur Erzeugung von Hochspannungsstrom handelt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

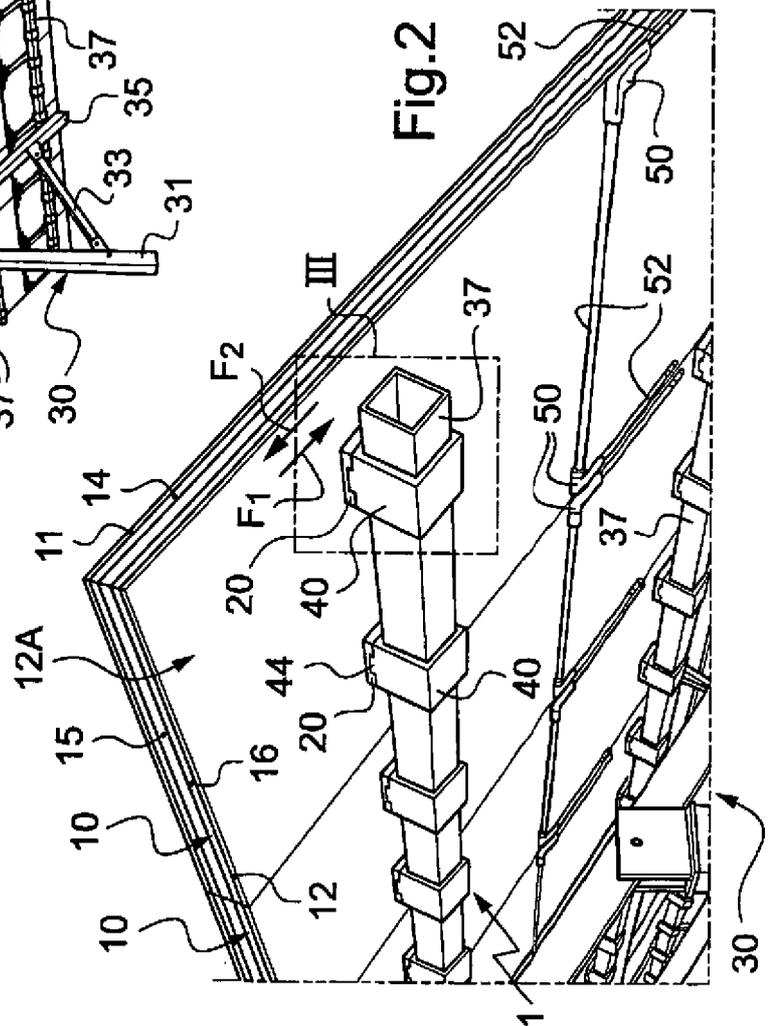
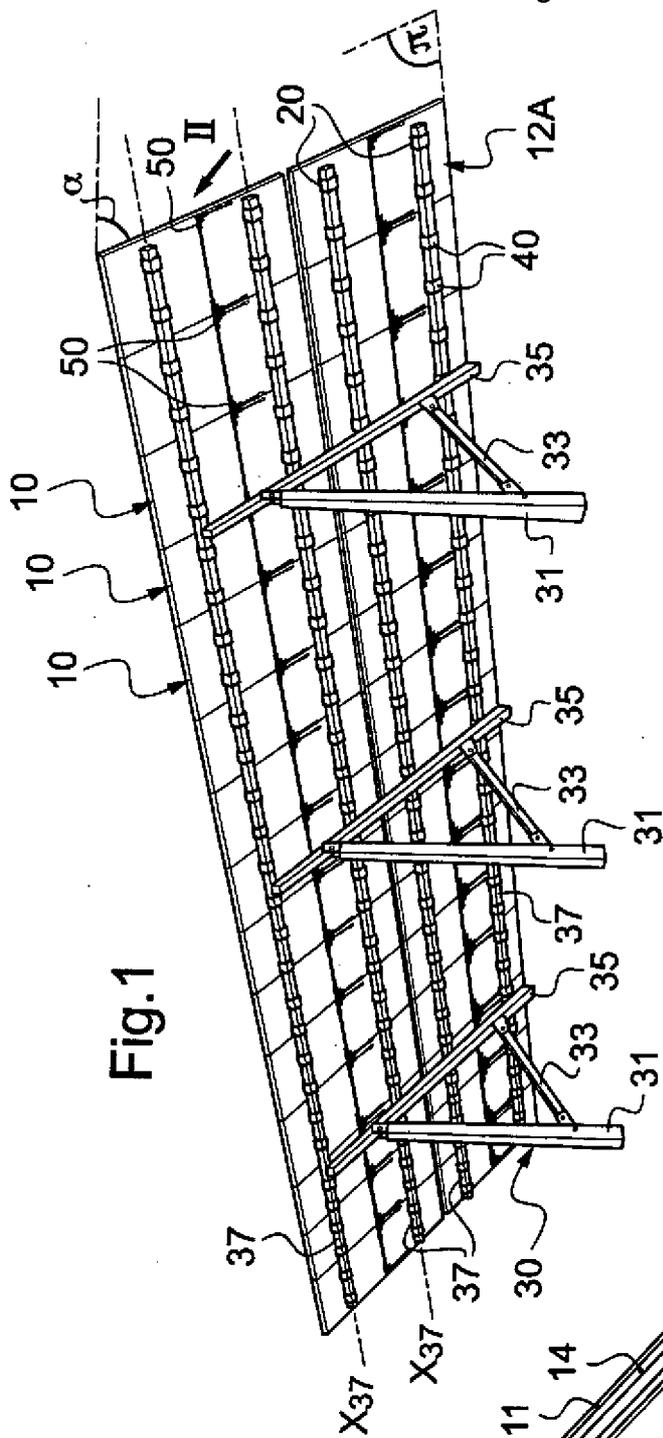


Fig.3

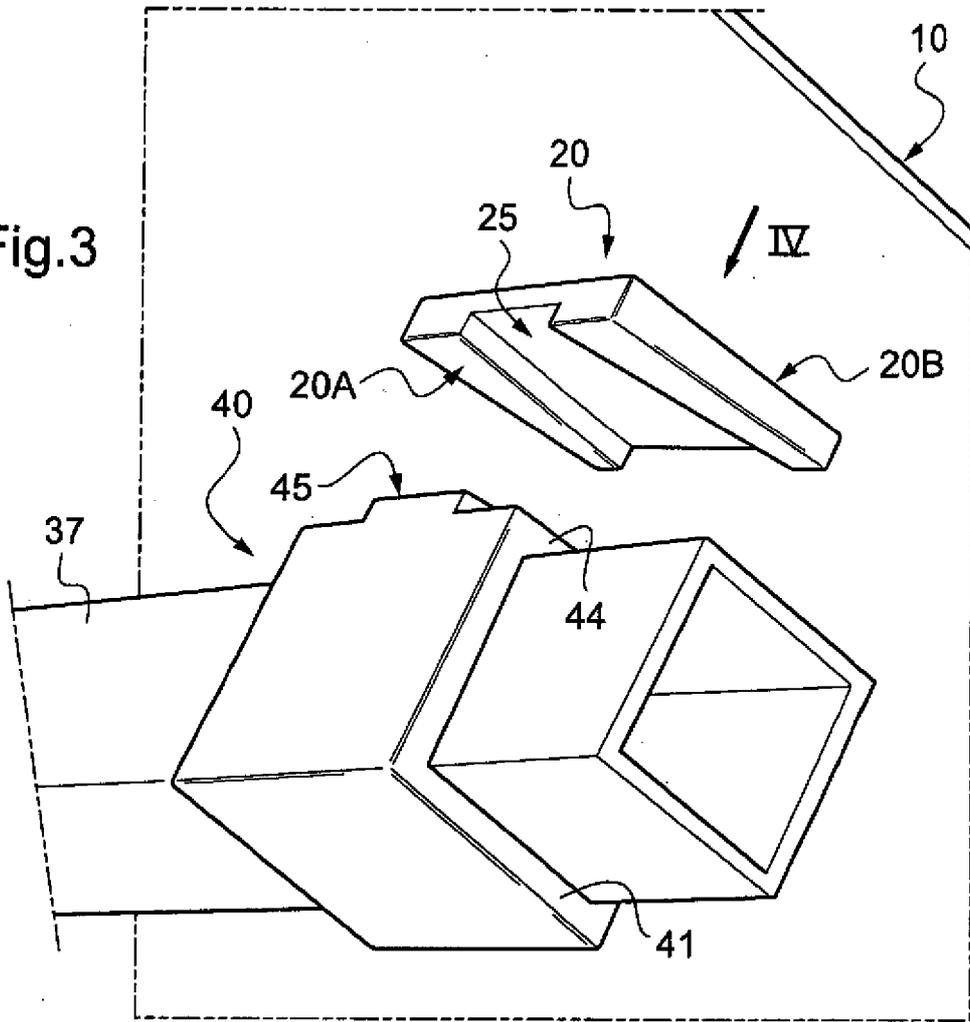
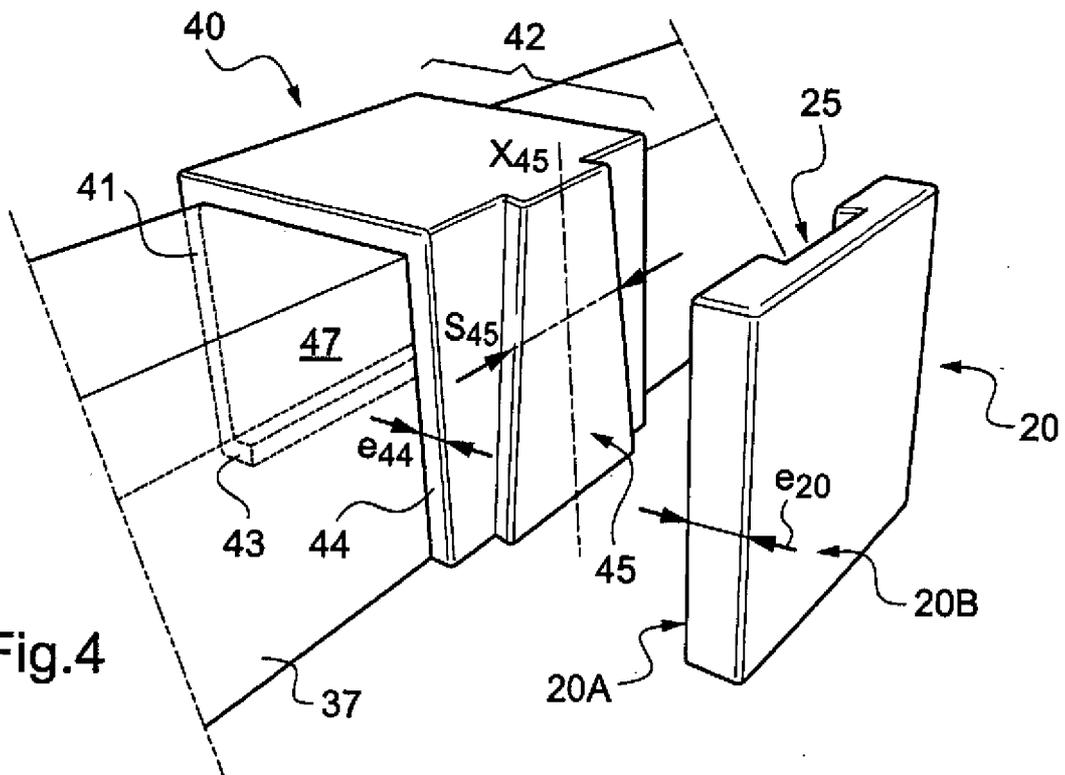
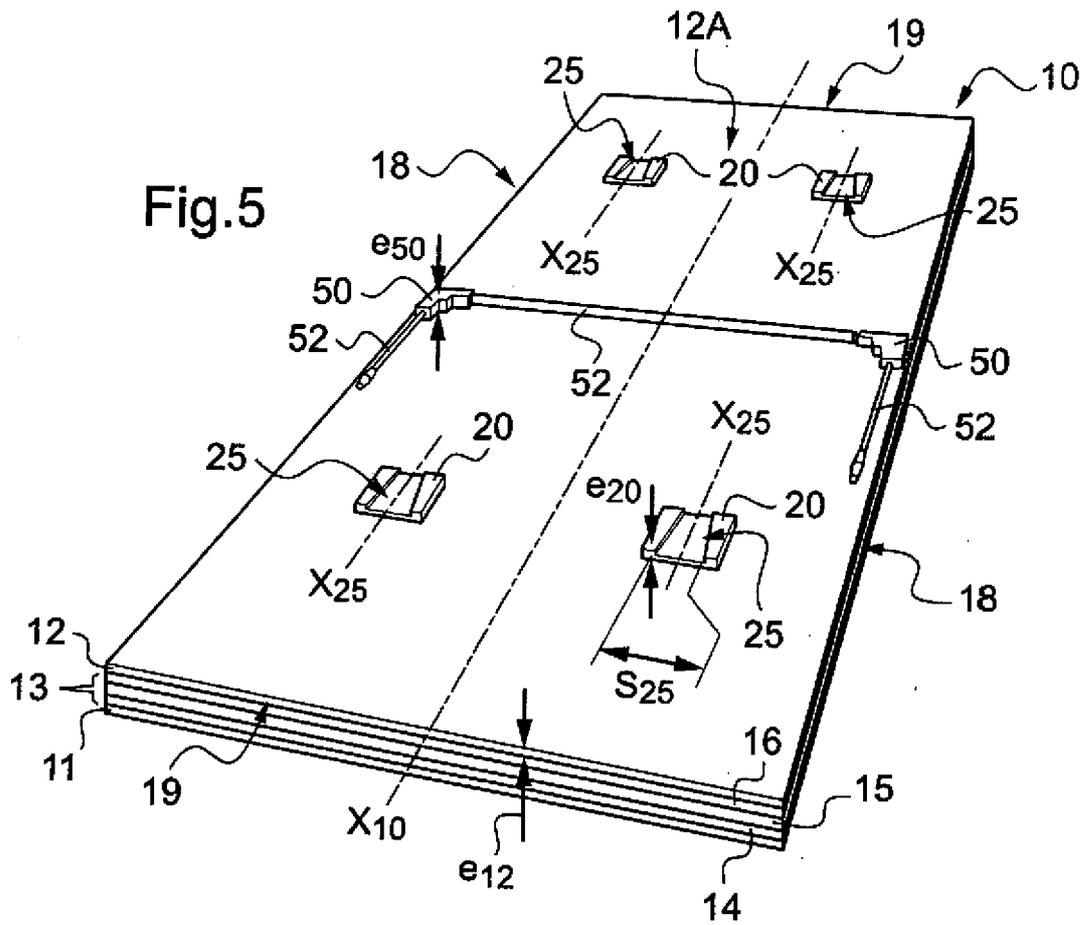
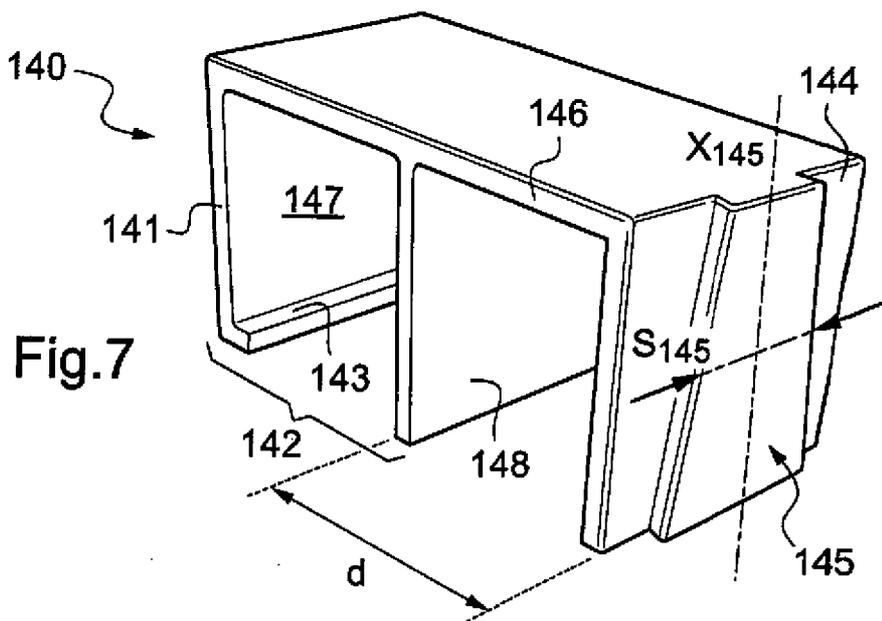
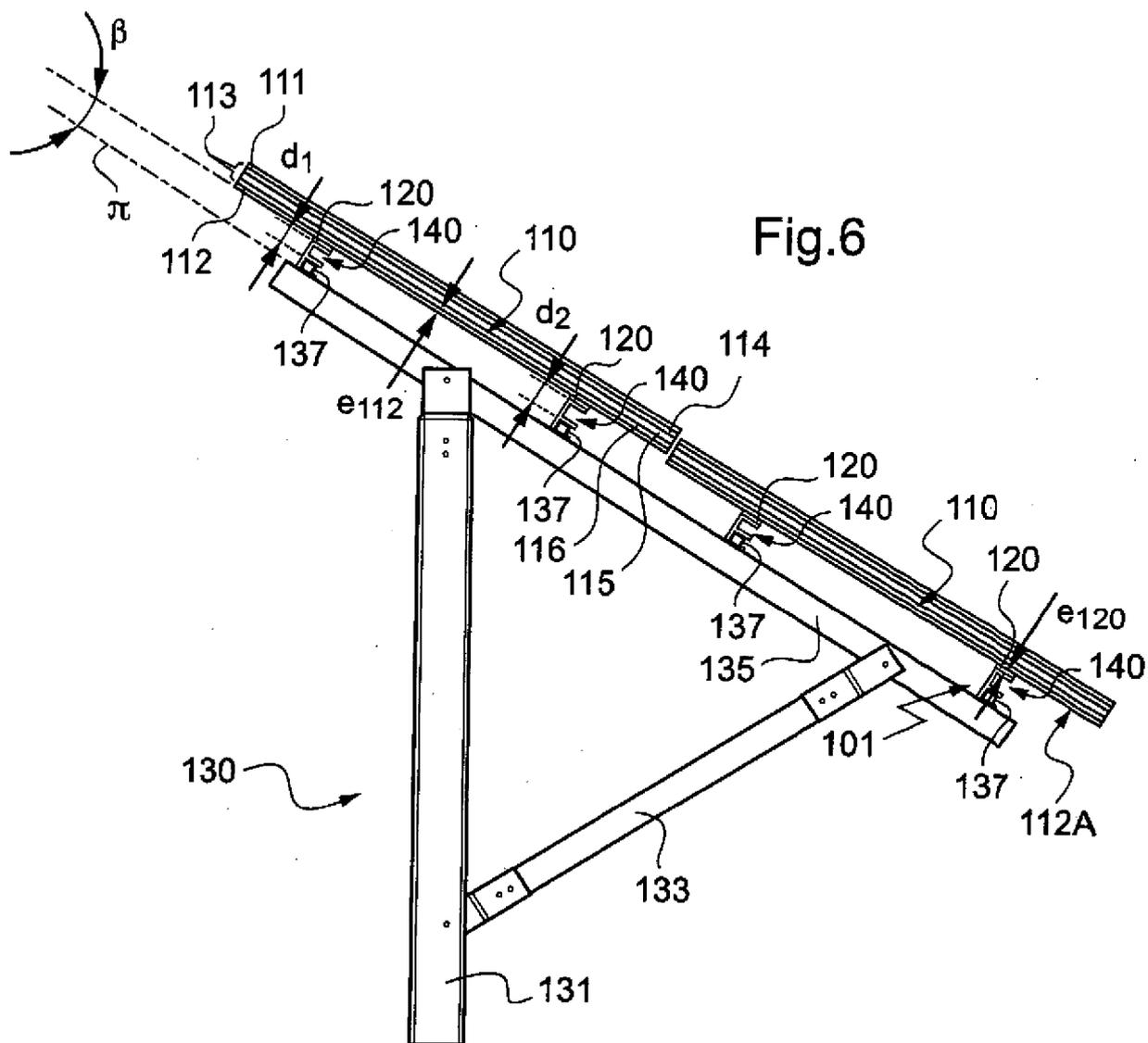
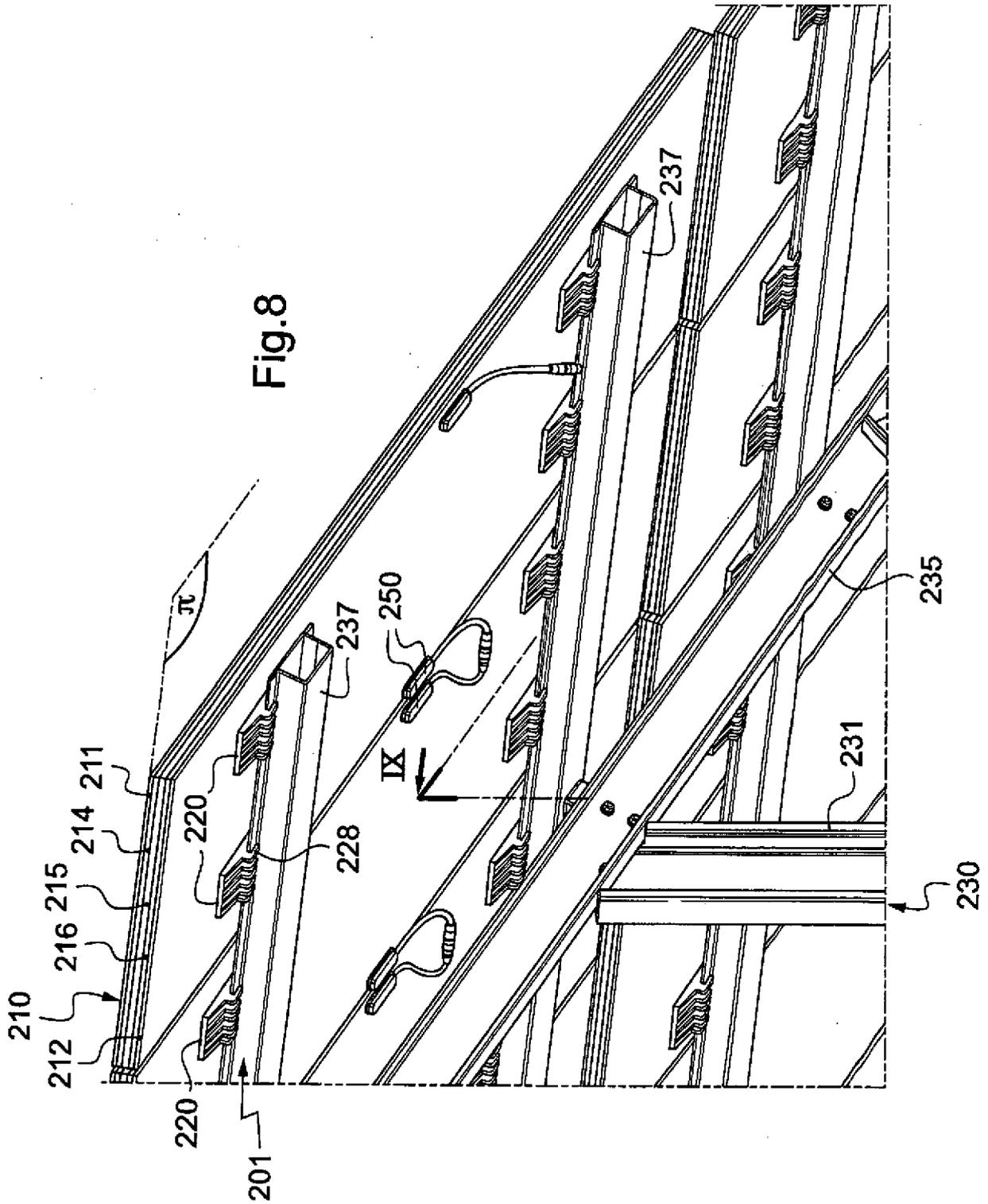


Fig.4









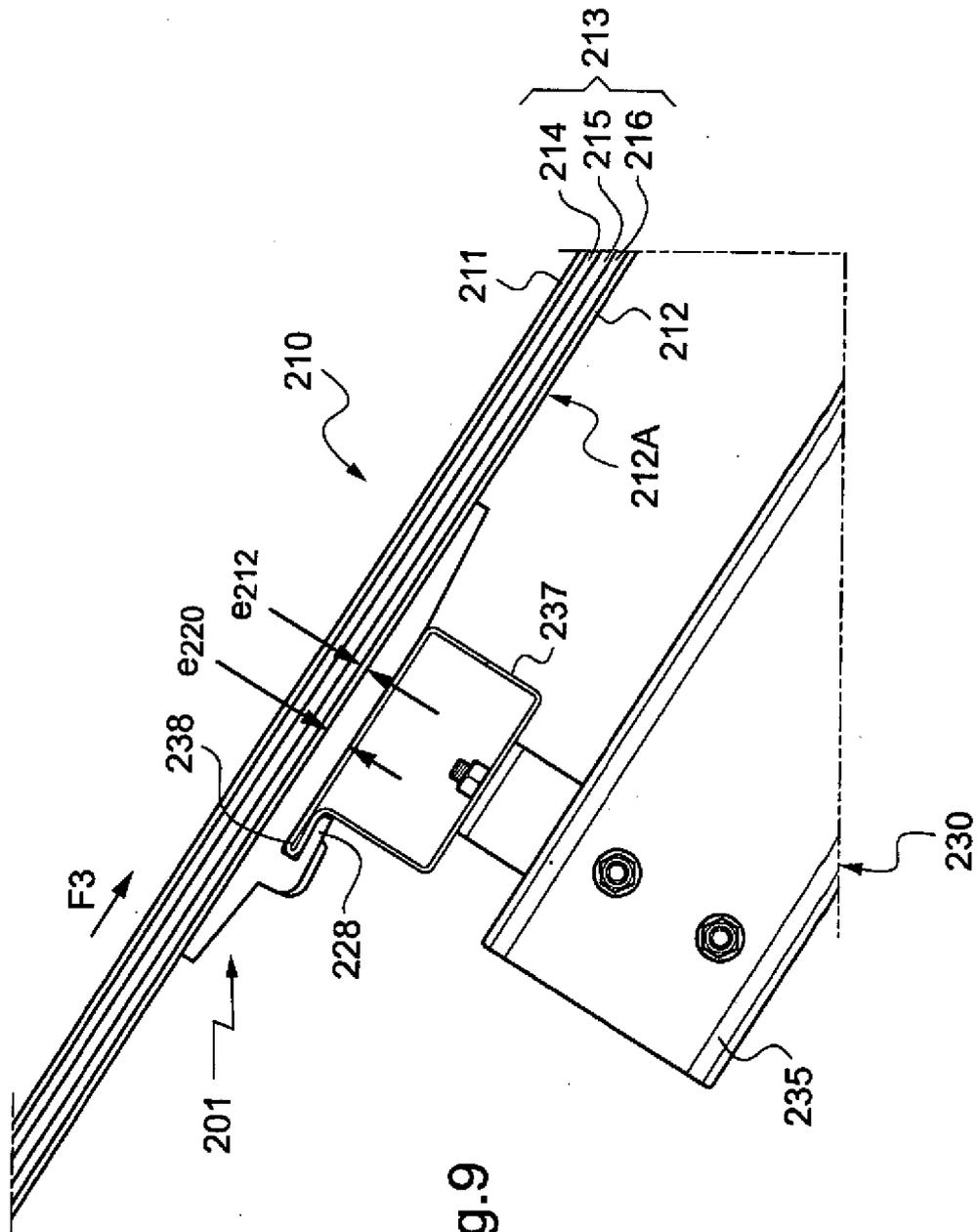


Fig.9

