

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Oktober 2010 (28.10.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/122011 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F24J 2/06 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/055175
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2010 (20.04.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 002 505.7
20. April 2009 (20.04.2009) DE
10 2009 002 508.1
20. April 2009 (20.04.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SUNSAIL ENERGY GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Brinkstrasse 25, 27245 Kirchdorf (DE).
- (72) Erfinder; und
- (71) Anmelder : **KRAMPE, Karl-Heinz** [DE/DE]; Hörster Esch 17, 48231 Warendorf (DE).
- (74) Anwalt: **WINTER BRANDL FÜRNISS HÜBNER RÖSS KAISER POLTE - PARTNERSCHAFT**; Bavariaring 10, 80336 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLAR INSTALLATION

(54) Bezeichnung : SOLARANLAGE

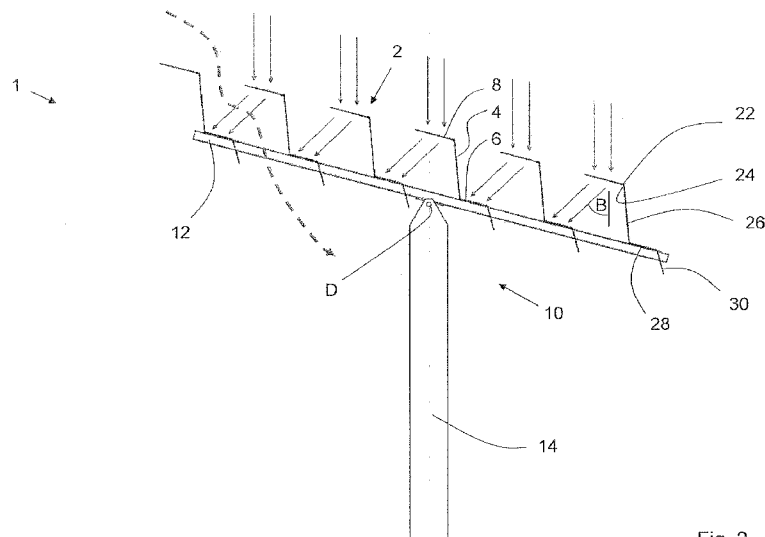


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a solar installation especially designed as a photovoltaic installation (1) with a plurality of adjacent energy converter arrangements (2) respectively comprising a holding element (4), an energy converter (6), and an optical device (8) by which means a beam path can be directed towards the energy converter (6). The photovoltaic installation (1) displays an asymmetrical arrangement of the optical device (8) in relation to the energy converter (6), the optical device (8) of the energy converter arrangement (2) being directed towards the energy converter (6) of an adjacent energy converter arrangement (2).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/122011 A2



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Es wird eine Solaranlage in der besonderen Ausgestaltung einer Photovoltaikanlage (1) mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Energiewandleranordnungen (2) mit jeweils einem Halteelement (4), einem Energiewandler (6) und einer optischen Einrichtung (8) offenbart, mit der ein Strahlengang auf den Energiewandler (6) richtbar ist, wobei die optische Einrichtung (8) näher an einer Strahlungsquelle angeordnet ist. Die Photovoltaikanlage (1) zeigt eine asymmetrische Anordnung der optischen Einrichtung (8) zum Energiewandler (6), wobei die optische Einrichtung (8) der Energiewandleranordnung (2) auf den Energiewandler (6) einer benachbarten Energiewandleranordnung (2) gerichtet ist.

Solaranlage

Die Erfindung betrifft eine Solaranlage in der Ausgestaltung einer Photovoltaikanlage gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Unter Solartechnik versteht man die direkte Umwandlung von Strahlungsenergie der Sonne (oder auch Solarenergie) in nutzbare Energieformen. Dabei gliedert sich das Spektrum der Solartechnik in verschiedene Teilgebiete auf, wobei danach unterschieden wird, ob aus der Sonnenstrahlung Wärme oder elektrische Energie gewonnen wird.

Mit Hilfe von Solarkollektoren wird bei einer Solaranlage ein Wärmeträger wie z. B. Wasser durch die Sonnenenergie erwärmt und dem Anwender in Form von Warmwasser bereitgestellt oder einer Energiewandlung zu nutzbarem Strom zugeführt. Im Gegensatz dazu wird bei einer Photovoltaikanlage die Strahlungsenergie der Sonne direkt über die Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt, die dem Nutzer als Solarstrom zur Verfügung steht.

Entscheidend für den wirtschaftlichen Betrieb einer solchen Anlage sind neben dem Standort weitere Faktoren, wie beispielsweise die Größe der sonnenbeaufschlagten Fläche sowie die Qualität der Ausrichtung der beaufschlagten Fläche in Richtung Sonne.

Um die Größe der sonnenbeaufschlagten Fläche effizienter zu gestalten, sind in den letzten Jahren diverse Solaranlagen entwickelt worden, die mehr Sonnenlicht gebündelt auf ein Photovoltaikelement aufbringen. Eine optische Einrichtung, wie beispielsweise eine Strahlung konzentrierende Fresnel-Linse, die wesentlich breiter als das Photovoltaikelement ist, wird dabei vor das Photovoltaikelement gebracht, so dass dieses mit einer höheren Strahlenkonzentration beaufschlagt wird. Dadurch kann diese Solaranlage im Vergleich zu Anlagen, die nur der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt sind aufgrund der besseren Nutzung der Größe der sonnenbeaufschlagten Fläche eine wesentlich größere Menge an Sonnenlicht einfangen, mehr Energie erzeugen und trotz geringerer Größe der Photovoltaikelemente den gleichen Ertrag an Energie liefern wie

eine vergleichbare Anlage, bei der die Energiewandleranordnung die Größe der optischen Einheit aufweist.

Eine derartige Solaranlage wird beispielsweise in der DE 20 2007 016 715 U1 gezeigt, in der Fresnel-Linsen die von der Sonne einfallende Strahlung auf eine Brennpunktlinie bündeln. Diese sehr energiereiche Brennpunktlinie ist in der Lage, eine Flüssigkeit, die in einem Rohr verläuft, zu erwärmen bzw. eine Photovoltaikzelle zu beaufschlagen, so dass eine Energiewandlung in nutzbare Energie stattfindet. Dabei erweist sich die Fresnel-Linse als besonders effiziente Möglichkeit, die einfallenden Sonnenstrahlen auf einen gemeinsamen Punkt oder eine gemeinsame Brennpunktlinie zu fokussieren, da jedes einzelne Prisma individuell angepasst werden kann und die Fresnel-Linse im Vergleich zu einer herkömmlichen Linse sowohl Volumen als auch Gewicht einspart, was zu einer vereinfachten Nachführung genutzt werden kann.

Um die Ausrichtung der beaufschlagten Fläche in Richtung Sonne effizienter zu gestalten, sind in den letzten Jahren neben den starr mit dem Untergrund verbundenen Anlagen diverse Solaranlagen entwickelt worden, die sich kontinuierlich an den Sonnenstand anpassen. Der einschlägige Stand der Technik zeigt beispielsweise Konzentratorsolarsysteme, welche, um teure Flächenkosten von Solarmodulen zu sparen, das einfallende Sonnenlicht durch eine vorgeschaltete Optik auf eine kleine Fläche konzentrieren. Um stets einen optimalen Wirkungsgrad der Anlage zu gewährleisten, wird die Solaranlage dem Sonnenstand in der Art nachgeführt, dass im Brennpunkt ständig ein bestmöglicher Wirkungsgrad sichergestellt ist.

Zusammengefasst gilt, dass auf das Photovoltaikerelement einer nicht fokussierenden Photovoltaikanlage neben der direkten Strahlung auch zusätzlich diffuse Strahlung trifft. Diese Anlagen müssen nicht nachgeführt werden oder kommen mit geringer Nachführpräzision aus, weshalb die Aufständerungskosten minimiert werden. Um eine vorgegebene Nennleistung der Anlage zu erhalten wird im Vergleich zu fokussierenden Anlagen eine größere Fläche an Photovoltaikerelementen benötigt, was einen hohen Aufwand an teureren Solarmodulen bedeutet.

Im Vergleich dazu benötigt eine fokussierende Photovoltaikanlage weniger Solarmodulfläche, da mehr Strahlung auf ein kleineres Photovoltaikelement fällt, was die Effizienz der Anlage steigert. Die Nachteile des fokussierenden Systems sind eine eingeschränkte Nutzung von diffuser Strahlung, eine zusätzliche teure Kühlung und ein aufwändiges Nachführsystem mit in der Regel hoher Nachführpräzision.

Zwischenzeitlich hat man bereits vorgeschlagen, die Photovoltaikzelle einer Photovoltaikanlage sowohl mit direkter als auch indirekter Strahlung zu beaufschlagen. Nachteilige an solchen Systemen ist jedoch immer die Verschattung der Photovoltaikzelle durch die Halteelemente bzw. die sogenannten Aufständerungsteile. Da sich der Einfallswinkel in dem die Erde vom Sonnenlicht bestrahlt wird im Jahresverlauf stark ändert, verschatten besonders im Frühjahr oder Herbst die Aufständerungsteile einer Photovoltaikanlage, die auf den Einfallswinkel im Sommer ausgerichtet ist, den ohnehin schon schlechten Wirkungsgrad der Anlage in dieser Jahreszeit.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, die oben genannten Nachteile zu minimieren und eine Solaranlage der genannten Art zu stellen, deren Photovoltaikelement gegenüber dem Stand der Technik wirtschaftlicher zu betreiben ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben. Dabei wird eine Photovoltaikanlage mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Energiewandleranordnungen aus jeweils einem Halteelement, einem Energiewandler und einer optischen Einrichtung vorgeschlagen. Diese beugt mit der im Strahlenverlauf oberhalb angeordneten optischen Einrichtung die Strahlung auf den Energiewandler. Durch eine asymmetrische Anordnung der optischen Einrichtung zum Energiewandler ist ein besonders wirkungsvoller Aufbau der Photovoltaikanlage möglich, da die direkte Strahlung von einer Strahlungsquelle oder einem Strahlungstransmitter durch die optische Einrichtung hindurch zusätzlich auf die benachbarte Energiewandleranordnung gerichtet ist und unmittelbare Strahlung von der Strahlungsquelle bzw. den Strahlungstransmitter direkt auf den Energiewandler trifft. Durch diese Gesamtbeaufschlagung des Energiewandlers mit direkter Strahlung und zusätzlicher indirekter Strahlung erhöht sich der Gesamtwirkungsgrad der Photovoltaikanlage, da

keine optische Einrichtung im Strahlengang über dem Energiewandler angeordnet ist. Transmissionsverluste sowie Verschattungen durch eine näher an der Strahlungsquelle befindlichen optischen Einrichtungen werden verhindert.

Durch eine vorteilhafte Anbringung des Halteelements außerhalb des Strahlengangs zwischen optischer Einrichtung der Energiewandleranordnung und dem beaufschlagten Energiewandler einer benachbarten Energiewandleranordnung ist es möglich, den Strahlengang zwischen optischer Einrichtung und Energiewandler frei von Halte- bzw. Trageelementen zu gestalten. Die dadurch geringere Verschattung der Energiewandler führt zu einer effizienteren Ausnutzung der vorhandenen Sonnenstrahlung, da alle Strahlen auf den Energiewandler landen und keine Strahlung an Halteteile verloren geht.

Bei einem bevorzugten Anwendungsbeispiel ist das Halteelement aus einer Optikaufnahme, einer Energiewandleraufnahme und einem Stegabschnitt gebildet. Dabei ist die Optikaufnahme gegenüber der Energiewandleraufnahme auf der gegenüber liegenden Seite des Stegabschnitts angeordnet, wobei die Energiewandleraufnahme den Energiewandler trägt und die Optikaufnahme die optische Einrichtung zum Energiewandler der benachbarten Energiewandleranordnung beabstandet. Eine besonders gute Optikaufnahme und/oder Energiewandleraufnahme wird von einer im Wesentlichen U-förmigen Aufnahme gebildet, welche die optische Einrichtung oder den Energiewandler trägt und fixiert. Alternativ kann diese Aufnahme auch durch ein Klemmprofil oder aus weiteren bekannten Elementen der Befestigungstechnik erfolgen.

Ist die Optikaufnahme und/oder die Energiewandleraufnahme so ausgebildet, dass der im Eingriff befindliche Rand der optischen Einrichtung und/oder des Energiewandlers lösbar und formschlüssig am Halteelement angreift, ist eine sichere Montage zu einem späteren Zeitpunkt als die Montage der Aufständigung und Unterkonstruktion möglich. Darüber hinaus ist eine nachträgliche Demontage zur Reinigung, Wartung oder zum Austausch der einzelnen Elemente möglich.

Eine besonders einfache Herstellung der Halteelemente sieht vor, den Querschnitt - bestehend aus den Abschnitten der Optikaufnahme, des Stegabschnitts und der Ener-

giewandleraufnahme - im Wesentlichen S-förmig aufzubauen, wobei sich das Halteelement senkrecht zu seiner Querschnittsfläche in linearer Richtung erstreckt. Dieser Grundaufbau des Haltelements ermöglicht die Verwendung von Rollform- oder Strangpressteilen die besonders günstig und einfach hergestellt werden können.

Weist das Halteelement einen Basisabschnitt zur Befestigung an einer Unterkonstruktion auf, so können die Bauteile der Energiewandleranordnung besonders einfach an der Unterkonstruktion befestigt werden, ohne weitere Befestigungsabschnitte am Halteelement anbringen zu müssen. Befindet sich zwischen Basisabschnitt und Halteelement ein zusätzliches elastisches Element, das Schwingungen, Vibrationen und Torsion zwischen Halteelement und Unterkonstruktion aufnehmen kann, ist eine besonders starre Anordnung der Energiewandleranordnung möglich, wodurch der Strahlengang auch bei äußeren Einflüssen wie beispielsweise Wind konstant bleibt und nicht durch auftretende Torsion der Bauteile zueinander eine Toleranz im Strahlenverlauf zu einer schlechteren Beaufschlagung der Energiewandler führt.

Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass optische Einrichtungen und Energiewandler in der Art rückseitig von einem Halteelement aufgenommen und getragen werden, dass keine optischen Verluste aufgrund in den Strahlengang ragender Halteabschnitte zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrades führen.

Gemäß einer Variante der Photovoltaikanlage erstrecken sich die Energiewandleranordnungen zwischen zwei im Parallelabstand zueinander verlaufenden Haltewangen, die Halteelemente darstellen. Durch eine derartige Befestigung der Energiewandleranordnung können die verschattungsintensiveren Optikaufnahmen und Energiewandleraufnahmen der vorherigen Ausführungsform entfallen, da die Elemente stirnseitig gefasst werden. Vorteilhafterweise sind an den Wangen Stützelemente angebracht, an denen die optische Einrichtung und die Energiewandleranordnung fixiert und bei Bedarf wieder demontiert werden können.

Um einer Durchbiegung der Energiewandleranordnung bei breiteren Anlagen entgegen zu wirken, können bei Variante mit Haltewangen zusätzliche Halteelemente zwi-

schen optischer Einrichtung und Energiewandler angebracht werden um das Eigengewicht der Bauteile abzufangen.

Alternativ zu einer starren Verbindung der optischen Einrichtung und des Energiewandlers zu den Haltewangen ist es möglich, die Vorrichtung bestehend aus optischer Einrichtung, Energiewandleranordnung und Stützelement mittels einem Bolzen drehbar in die Haltewangen eingreifen zu lassen.

Ein besonders hoher Wirkungsgrad der Photovoltaikanlage wird erreicht, wenn die dem Energiewandler zugewandte Oberfläche des Halteelements verspiegelt oder ein zusätzlich aufgebrachtes spiegelndes Element trägt. Die dadurch auf das Halteelement auftreffende direkte Strahlung von einer Strahlungsquelle oder einem Strahlungstransmitter wird aufgrund der Reflexion der spiegelnden Oberfläche zusätzlich auf den Energiewandler gelenkt, der dem Halteelement zugeordnet ist. Ein Anstellwinkel des Halteelements zur Senkrechten zwischen 15 und 45° , gemessen in einer 0° -Stellung der Energiewandleranordnung, hat sich als besonders günstig in Bezug auf die Anlagenhöhe sowie der Energieeffizienz der Photovoltaikanlage erwiesen. Die Effizienz der Anlage kann weiter gesteigert werden, wenn der Anstellwinkel zwischen 25 und 30° liegt, insbesondere wenn der Anstellwinkel 28° beträgt.

Durch das Anbringen zusätzlicher Abstützungen, die am Halteelement angreifen und zur Unterkonstruktion führen, wird die Energiewandleranordnung besonders stabil, was der Strahlganggenauigkeit entgegenkommt, und darüber hinaus widerstandsfähiger gegen äußere Einflüsse wie z. B. Windlasten.

Die Effizienz der Photovoltaikanlage kann darüber hinaus gesteigert werden, wenn das Halteelement Wärme abführende Eigenschaften, wie z. B. aus einem Werkstoff mit guter Wärmeleitfähigkeit und/oder Wärme abführenden Elementen wie z. B. Kühlrippen zur Vergrößerung der Oberfläche, aufweist. Die entstehende Wärmeenergie aufgrund auftreffender Sonnenstrahlung auf dem Energiewandler kann über diese Maßnahmen an die Umgebung abfließen. Daraus folgt eine temperaturabhängige Steigerung des Wirkungsgrads des Energiewandlers bei Kühlung.

Vorteilhafterweise ist die optische Einrichtung der Photovoltaikanlage als optische Strahlablenkungseinrichtung ausgeführt. Die auf die optische Einrichtung treffenden Sonnenstrahlen werden somit von der optischen Strahlablenkungseinrichtung auf die zugeordneten Energiewandler gebeugt. Dabei kann die Optik der Strahlablenkungseinrichtung so ausgeführt werden, dass die Strahlen abgelenkt, gestreut oder fokussiert werden.

Um die Strahlablenkungseinrichtung der optischen Einrichtung ausreichend zu schützen, wird diese insbesondere bei Verwendung einer Fresnel-Linsenstruktur mit einer Glasfläche bzw. ähnlichem Stoff oder einer Oberflächenbeschichtung vor Umwelteinflüssen geschützt. Durch die Glasfläche, die oberhalb und/oder unterhalb der Strahlablenkungseinrichtung angebracht ist, wird die Strahlablenkungseinrichtung gegen Schmutz, Verkratzen oder UV-Strahlung geschützt. Vorzugsweise sind die Flächen zueinander abgedichtet, so dass weder zwischen die Glas- noch zwischen die Kunststoff-Glasebene Verunreinigungen eintreten können. Um die Reflektionsverluste an der sonst spiegelnden Oberfläche der Strahlablenkungseinrichtung zu verringern, wird vorteilhaft entspiegeltes Glas und/oder entspiegelter Kunststoff für die optische Einrichtung verwendet. Ein besonders effizienter Aufbau der Energiewandleranordnung wird erzielt, wenn der Ablenkwinkel, gemessen von einem nahezu senkrechten Strahlengang einer Strahlungsquelle oder einem Strahlungstransmitter, auf die optische Einrichtung zwischen 20° und 60° gebeugt wird. Dieser Beugungswinkel definiert die Position der optischen Einrichtung zum Energiewandler.

Eine weitere Variante der Photovoltaikanlage sieht vor, die optische Einrichtung aufzuteilen, so dass mehrere Strahlablenkungseinrichtungen bestehend aus Abschnitten mit unterschiedlichen Beugungswinkeln entstehen. Durch diese Unterteilung und den resultierenden unterschiedlichen Beugungswinkel kann zum einen die Bewegung der Sonne über den Tagesverlauf als auch eine individuelle Strahlablenkung abgestimmt auf einen eigenförmigen Energiewandler angepasst werden. Beispielsweise können die optische Einrichtung und/oder die Halteeinrichtung einen polygonzugartigen oder bogenförmigen Querschnitt, vorzugsweise konvex zur Strahlungsquelle hin ausgerichtet, aufweisen.

Durch die Anbringung regelmäßiger Verstärkungen kann die optische Einrichtung abgestützt werden. Die dadurch vergrößerte Torsionssteifigkeit ermöglicht eine genauere Strahlführung der optischen Einrichtung auf den Energiewandler, da durch Wind oder Nachführbewegungen, aber auch durch Eigengewicht oder Materialverschleiß, wie z. B. Durchbiegung oder Toleranzen durch Wärmeausdehnung, entstehende Ungenauigkeiten durch die beispielsweise als Stahldraht ausgeführte Verstärkung abgefangen und verhindert werden kann. Die in periodischen Abständen eingesetzte Verstärkung greift vorzugsweise am Halteelement an.

Der am Fuße des Halteelements angebrachte Energiewandler der Energiewandleranordnung zur Umwandlung von Sonnenenergie in nutzbare Energieformen wie vorzugsweise elektrische oder thermische Energie besteht in einer bevorzugten Ausführungsform aus einer Solarzelle, die für zwei- bis 20-fache Konzentrationen, insbesondere zwei- bis sechsfache Konzentrationen, ausgelegt ist. Diese Solarzellen für niedrig fokussierende Systeme sind unkompliziert und kostengünstig in der Herstellung gegenüber hoch fokussierenden Solarzellen. Eine hohe Wandlungseffizienz ergibt sich beim Einsatz von Zellen basierend auf kristallinem Silizium oder amorphem Silizium sowie bei der Verwendung von Kupfer Indium oder Cadmiumtellurid-Modulen. Höhere Effizienzen lassen sich zudem beispielsweise mittels einer Tandem- oder Tripple-Zelle erzielen.

Vorteilhafterweise werden die Energiewandleranordnungen einer Photovoltaikanlage in Reihe nebeneinander und vorzugsweise parallel auf einer Unterkonstruktion montiert. Durch die Anbringung der Energiewandleranordnung auf einer Unterkonstruktion ist sichergestellt, dass keine weiteren zur Photovoltaikanlage gehörenden Teile zwischen Energiewandleranordnung und Strahlungsquelle befindlich sind und somit keinen Schatten auf die Energiewandleranordnung werfen bzw. im Strahlengang zwischen optischer Einrichtung und Energiewandler angeordnet sind.

Eine besonders gute Unterkonstruktion entsteht durch den Einsatz von Querträgern, die nebeneinander, vorzugsweise rechtwinklig zur Erstreckung der Energiewandleranordnung angeordnet sind. Durch den Einsatz dieser Querträger werden die Energiewandleranordnungen zueinander fixiert und stabilisiert. Durch die Verwendung von

Hohlprofilen als Querträger kann eine besonders leichte Unterkonstruktion, die wiederum leichter zu montieren und zu handhaben ist, geschaffen werden.

Zur Nachführung der Energiewandleranordnung nach dem aktuellen Sonnenstand, der sich im Laufe des Tages verändert, wird die Photovoltaikanlage mittels einer Nachführeinrichtung dem Sonnenstand nachgeführt. Diese Nachführung ermöglicht einen vom Sonnenstand abhängigen maximalen Wirkungsgrad der Energiewandler, die durch die Nachführung stets mit einem Maximum an Sonnenstrahlung beaufschlagt werden. Dazu verfügt die Photovoltaikanlage sowohl über einen Sonnenstandsmesser als auch über einen Antrieb, der die Nachföhrbewegung auf die Nachführeinrichtung überträgt, wobei die Querträger wippenartig in einem gemeinsamen Drehpunkt, dem Sonnenstand nachgeführt werden.

In einer weiteren Ausführungsform der Photovoltaikanlage werden die auf die Unterkonstruktion befestigten Energiewandleranordnungen über eine Seilanordnung, die aus nebeneinander angeordneten, vorzugsweise im Jawerth-Seilbinderprinzip angeordneten, Spannseilen besteht, dem Sonnenstand nachgeführt, wobei die Seile die Nachföhrbewegung auf die Querträger übertragen.

Eine Weiterbildung der Photovoltaikanlage sieht vor, am unteren Ende des Halteelements in Weiterführung des Energiewandlers ein Windleitelement anzubringen. Durch das Fortführen der Querschnittsfläche mit einem Windleitelement können auf die Photovoltaikanlage wirkende Winde besonders wirksam durch die in Reihe montierten Energiewandleranordnungen geführt werden, was zu einer geringeren Windanfälligkeit der Anlage, längerer Standzeit und geringeren Ausfällen führt.

Eine besonders hohe Ausnutzung der auf die Energiewandleranordnung treffenden Sonnenstrahlen wird erreicht, wenn die optische Einrichtung in einer 0°-Position der Energiewandleranordnung in der Art oberhalb des Energiewandlers angeordnet ist, dass eine Kante der optischen Einrichtung, die der benachbarten Energiewandleranordnung zugewandt ist, im Wesentlichen deckungsgleich mit der Kante des Energiewandlers einer längs benachbarten Energiewandleranordnung ist. Durch diese im Wesentlichen deckungsgleich miteinander angeordneten parallel verlaufenden Kanten der

einzelnen Energiewandleranordnungen zueinander ist sichergestellt, dass alle auf die Photovoltaikanlage treffenden Sonnenstrahlen entweder durch die optische Einrichtung, das verspiegelte Halteelement oder direkt auf den Energiewandler treffen, um Energie zu erzeugen.

Nachfolgend ist die erfindungsgemäße Photovoltaikanlage anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Beispiele noch näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Gesamtansicht einer Photovoltaikanlage mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Energiewandleranordnungen;

Fig. 2 einen Querschnitt einer Photovoltaikanlage mit einer Energiewandleranordnung nach einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 einen Querschnitt der Photovoltaikanlage mit einer Energiewandleranordnung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 4 einen Querschnitt der Photovoltaikanlage mit einer Energiewandleranordnung nach einem dritten Ausführungsbeispiel;

Fig. 5 einen Querschnitt der Photovoltaikanlage mit einer Energiewandleranordnung nach einem vierten Ausführungsbeispiel;

Fig. 6 einen Querschnitt der Photovoltaikanlage mit einer Energiewandleranordnung nach einem fünften Ausführungsbeispiel;

Fig. 7 eine Variante der Photovoltaikanlage mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Energiewandleranordnungen; und

Fig. 8 und 9 Darstellungen einer Variante der ersten optischen Einrichtung

Im Folgenden werden sechs Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Photovoltaikanlage mit einer Energiewandleranordnung beschrieben. Der allgemein gültige

Aufbau der Photovoltaikanlage, bestehend aus einer Energiewandleranordnung mit jeweils einem Halteelement, einem Energiewandler und einer optischen Einrichtung, die auf einer Unterkonstruktion montiert sind, wird anhand einer ersten Ausführungsform beschrieben. Darüber hinausgehende Merkmale sowie vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den weiteren Ausführungsformen beschrieben, wobei auf weitere Erläuterungen zu bereits aus der ersten Ausführungsform bekannten Merkmalen verzichtet wird.

Die in Fig. 1 dargestellte Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Photovoltaikanlage 1 zeigt eine Mehrzahl nebeneinander liegender Energiewandleranordnungen 2, die sich aus den wesentlichen Bauteilen eines Halteelements 4, eines Energiewandlers 6 und einer optischen Einrichtung 8 zusammensetzt. Die parallel nebeneinander in Reihe montierten Energiewandleranordnungen 2 sind auf einer Unterkonstruktion 10 aus einem Gitter von Querträgern 12 montiert. Die Unterkonstruktion 10 bildet zusammen mit dem Gestell 14 die Aufständigung, wobei die montierten Energiewandleranordnungen auf der Unterkonstruktion 10 mittels einer Nachführung 16 dem Sonnenstand nachgeführt werden. Zur Befestigung kann die Photovoltaikanlage auf einem Fundament 18 fixiert werden.

Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Energiewandleranordnungen 2, die im Querschnitt gesehen nebeneinander auf eine Unterkonstruktion 10, bestehend aus Querträgern 12, montiert sind. Die Energiewandleranordnungen 2, bestehend aus dem Halteelement 4, dem Energiewandler 6 und der optischen Einrichtung 8, werden dabei vom Halteelement 4 in der Art angeordnet, dass die optische Einrichtung 8 zum einen zur gegenüberliegenden Seite des Halteelements und somit dem Energiewandler abgewandt ist, und zum anderen vom Energiewandler in der Art beabstandet ist, dass die optische Einrichtung 8 vertikal näher der Sonne zugewandt ist, im Vergleich zum Energiewandler 6 der gleichen Energiewandleranordnung 2, durch diesen asymmetrischen Aufbau der Energiewandleranordnung 2, der die optische Einrichtung 8 auf der gegenüberliegenden Seite des Halteelements 4 in Bezug auf den Energiewandler 6 trägt, wird folgender Strahlengang ermöglicht. Eine direkte Strahlung, die von einer Strahlungsquelle oder einem Strahlungstransmitter, beispielsweise der Sonne, aus im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Einzelstrahlen die auf die optische Einrich-

tion 8 treffen, werden von der optischen Einrichtung 8 derart gebeugt, dass die Strahlen auf den Energiewandler 6 einer benachbarten Energiewandleranordnung 2 treffen. Zu diesem Zweck besteht die optische Einrichtung 8 aus einer optischen Strahlablenkungseinrichtung. Diese aus Prismen bestehende Fresnel-Linsenstruktur ermöglicht eine Ablenkung, Streuung oder Fokussierung der Strahlen auf den Energiewandler 6.

Der Energiewandler 6 der Energiewandleranordnung 2 besteht aus einem Photovoltaikenelement zur Erzeugung elektrischer Energie. Alternativ dazu kann der Energiewandler 6 auch aus einem Wandler bestehen, der die aufgebrachte Energie in eine weitere Energieform wie z. B. Warmwasser überführt.

Das Halteelement 4 erfüllt eine Vielzahl von Funktionen. An einem oberen Ende des Halteelements 4 ist eine Optikaufnahme 22 angebracht, welche die optische Einrichtung 8 an ihrem Randbereich aufnimmt. In diesem gezeigten ersten Ausführungsbeispiel besteht die Optikaufnahme 22 aus dem Halteelement 4, das in gekröpfter Art und Weise fortgeführt ist. Zur Fixierung der optischen Einrichtung 8 wird ein zusätzliches Klemmelement 24 in der Art an der Energiewandleranordnung 2 befestigt, dass die optische Einrichtung 8 zwischen gekröpftem Ende des Halteelements 4 und dem Klemmelement 24 eingeklemmt ist. Um die Verschattung gering zu halten, wird die Optikaufnahme möglichst klein ausgeführt.

An der Optikaufnahme 22 schließt sich ein Stegabschnitt 26 des Halteelements 4 an. Dieser Stegabschnitt 26 beabstandet die Optikaufnahme 22 und die daran befestigte optische Einrichtung 8 zum Energiewandler 6 und zur Unterkonstruktion 10. Die Länge des Stegabschnitts 26 ist angepasst auf die Gesamtgröße der Energiewandleranordnung 2 und dem Beugungswinkel B der optischen Einrichtung 8. Im weiteren Verlauf des Halteelements 4 schließt sich am Stegabschnitt 26 eine Energiewandlereaufnahme 28 an. Die Energiewandlereaufnahme 28 fixiert zum einen den Energiewandler 6 in der Energiewandleranordnung 2, bildet in diesem Ausführungsbeispiel die Verbindung zur Unterkonstruktion 10 und ermöglicht darüber hinaus einen Wärmeabtransport des Energiewandlers 6. Diese abgeführte Wärme entsteht durch die Beaufschlagung des Energiewandlers 6 mit Sonnenenergie. Im Allgemeinen wird ein höherer Wirkungsgrad der Photovoltaikanlage 1 erzeugt, wenn der Energiewandler 6 eine in sich homogene und

möglichst geringe Temperaturdifferenz zur Umgebung aufweist. Um die Wärme des Energiewandlers 6 bestmöglich an die Umgebung abfließen zu lassen, besteht die Energiewandleraufnahme 28 aus einem besonders wärmeleitfähigen Material und liegt – wie in Fig. 2 zu sehen – möglichst großflächig an dem Energiewandler 6 an. Die Energiewandleraufnahme 28 verfügt über seitliche Klemmbereiche, die zur Aufnahme und Fixierung des Energiewandlers 6 dienen.

Die Optikaufnahme 22 und die Energiewandleraufnahme 28 sind so konzipiert, dass eine Montage der optischen Einrichtung 8 und des Energiewandlers 6 vor Ort möglich ist, nachdem das Halteelement 4 auf die Unterkonstruktion montiert wurde, um somit Beschädigungen an den sensiblen Teilen bei der Montage der Aufständerung zu vermeiden.

In diesem Ausführungsbeispiel schließt sich an die Energiewandleraufnahme 28 des Halteelements 4 ein Windleitelement 30 an. Dieses Windleitelement 30, bestehend aus einem fortgeführten Blechabschnitt, führt die Kontur des im Wesentlichen Z-förmigen Querschnitts der Energiewandleranordnung 2 fort, um auf die Anlage wirkenden Wind widerstandsärmer durch die Lücken zwischen den einzelnen Energiewandleranordnungen 2 zu führen. Dadurch erhält die Photovoltaikanlage 1 eine geringere Windanfälligkeit, die weiter verringert werden kann, indem die Anlage gesteuert durch eine Winderfassung in einem optimalen Winkel zur Windrichtung geschwenkt wird. Diese Funktion der Photovoltaikanlage 1 führt zu einer längeren Betriebsdauer und somit zu einer höheren Effizienz der Photovoltaikanlage 1, da die Anlage länger in ihrem optimalen Betriebszustand Energie erzeugen kann, ohne aus dem Wind genommen zu werden, um Defekte zu vermeiden.

Die nebeneinander auf einem Querträger 12 montierten Energiewandleranordnungen 2 werden mittels einer Nachführeinrichtung 16 um einen gemeinsamen Drehpunkt D geschwenkt, um sonnenstandsabhängig einen höchstmöglichen Wirkungsgrad der Energiewandleranordnung 2 zu erzeugen.

Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Energiewandleranordnungen 2, die im Querschnitt gesehen nebeneinander auf einer Unterkonstruktion montiert sind.

Die Energiewandleranordnungen 2, bestehend aus dem Halteelement 4, dem Energiewandler 6 und der optischen Einrichtung 8, weist einen zusätzlichen Basisabschnitt 32 auf, der die Verlängerung des Stegabschnitts 26 darstellt. Über diesen Basisabschnitt 32 ist eine variabelere Anbindung der Energiewandleranordnung 2 an die Unterkonstruktion 10 möglich. Durch diese Veränderung ist es auch möglich, die Energiewandlereaufnahme 28 kürzer und somit Material sparer zu gestalten. In dieser Ausführungsform wird sowohl die Optikaufnahme 22 als auch die Energiewandlereaufnahme 28 als U-förmige Aufnahme gebildet. Dabei entspricht die lichte Breite der U-förmigen Schenkel im Wesentlichen der Stärke der optischen Einrichtung bzw. des Energiewandlers 6. Zur ausreichenden Abstützung des Energiewandlers 6 ist der untere Schenkel der Energiewandlereaufnahme länger ausgebildet, um eine ausreichende Abstützung zu schaffen.

Wie in Fig. 3 zu sehen ist, gelangt neben der Strahlung, die mittels der optischen Einrichtung auf den benachbarten Energiewandler 6 gebeugt wird, eine zusätzliche Strahlung unmittelbar von der Strahlungsquelle oder dem Strahlungstransmitter auf den Energiewandler 6. Somit erhöht sich die Konzentration der auf den Energiewandler 6 treffenden Strahlen um die Menge der Strahlung, die zusätzlich direkt auf den Energiewandler 6 trifft. Somit setzt sich die Gesamtbeaufschlagung des Energiewandlers aus indirekter Strahlung und direkter Strahlung zusammen.

Fig. 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Energiewandleranordnungen 2, die im Querschnitt gesehen nebeneinander auf einer Unterkonstruktion 10 montiert sind. Die Energiewandleranordnungen 2, bestehend aus einem Halteelement 4, dem Energiewandler 6 und der optischen Einrichtung 8, werden mittels dem Basisabschnitt 32 auf der Unterkonstruktion 10 montiert. In diesem Ausführungsbeispiel trägt der Basisabschnitt 32 sowohl den Energiewandler 6, der mittels Glasflächen verstärkt ist, als auch den Stegabschnitt 26 der in diesem Ausführungsbeispiel um 22° aus der Senkrechten geneigt ist und an dessen Ende sich die Optikaufnahme 22 befindet, welche, um eine besonders einfache Herstellung und Befestigung der optischen Einrichtung 8 zu ermöglichen, aus periodisch versetzten Abkantungen besteht. Wohingegen in den vorangegangenen Ausführungsbeispielen die Flächen der optischen Einrichtung 8 zu dem Energiewandler 6 im Wesentlichen parallel angeordnet war, ist die optische Einrichtung 8 im dritten Ausführungsbeispiel unter einem Winkel angeordnet, der die im

Wesentlichen senkrecht zur Erde treffenden Strahlen auf eine größere optische Einrichtung verteilt und diese dadurch präziser auf den Energiewandler 6 beugen kann.

In diesem Ausführungsbeispiel bestehen sowohl der Basisabschnitt 32 als auch der Stegabschnitt 26 aus einem Aluminiumstrangpressprofil. Dabei ist ein dem Energiewandler 6 zugewandter Abschnitt des Halteelements 4 mit einer Spiegeloberfläche 34 versehen. Diese Spiegeloberfläche 34 kann sowohl durch eine Oberflächenbehandlung, wie z. B. Polieren, des vorhandenen Halteelements 4 oder durch Aufbringen einer spiegelnden Beschichtung auf das Halteelement 4 sowie durch das Aufbringen eines zusätzlich spiegelnden Elements auf das Halteelement 4 geschaffen werden.

Diese Spiegeleigenschaft des Halteelements 4 ermöglicht es der Energiewandleranordnung 2 zusätzlich zu der indirekten Strahlung durch die optische Einrichtung 8 hindurch und der direkten Strahlung unmittelbar auf den Energiewandler 6 eine dritte zusätzliche Strahlung auf den Energiewandler 6 zu lenken. Dabei wird auf die Spiegeloberfläche 34 des Halteelements 4 treffende Strahlung von einer Strahlungsquelle oder einem Strahlungstransmitter über die Reflexion der Spiegeloberfläche 34 auf den Energiewandler 6 geleitet. Durch diese dritte Strahlung auf den Energiewandler 6 erhöht sich die Gesamtbeaufschlagung des Energiewandlers 6 und somit der Gesamtwirkungsgrad der Photovoltaikanlage.

Fig. 5 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Energiewandleranordnungen 2, die im Querschnitt gesehen nebeneinander auf einer Unterkonstruktion 10 montiert sind. Die Energiewandleranordnungen 2, bestehend aus dem Halteelement 4, dem Energiewandler 6 und der optischen Einrichtung 8, werden dabei von einem Basisabschnitt 32 getragen, der die optische Einrichtung 8 sowie den Energiewandler 6 rückseitig aufnimmt. Diese Konstruktion verzichtet durch die rückseitige Aufnahme im Wesentlichen auf die Optikaufnahme 22 und die Energiewandleraufnahme 28, wodurch eine größere Optikfläche bzw. Energiewandlerfläche entsteht, da die Randbereiche zur Befestigung wegfallen und der Energieerzeugung dienen können. Der Basisabschnitt 32 dieses Ausführungsbeispiels ist so stabil gebaut, dass er alle daran befestigten Bauteile tragen und zusätzlich über eine periodisch eingesetzte Verstärkung 36 verfügt, die in regelmäßigen Abständen die optische Einrichtung 8 abstützt und ein Durchhängen dieser vermeidet.

Ein zwischen Basisabschnitt und Unterkonstruktion befindliches elastisches Element 38 kann Schwingungen, Vibrationen sowie Torsion der Photovoltaikanlage 1 aufnehmen, so dass diese Beeinträchtigungen weder einen Schaden an den Funktionsteilen, wie z. B. optischer Einrichtung 8 oder Energiewandler 6, nehmen können als auch zu keiner Verringerung der Effizienz der Anlage aufgrund Nachführungenauigkeit der sich aufgrund Torsion ergebenden Ungenauigkeit der optischen Einrichtung 8 ergebenden Strahlablenkung.

Eine Nachführbewegung der Energiewandleranordnungen 2 entsprechend dem Sonnenstand kann sowohl über einen Antrieb 20 geschehen, der mittels einer Schubstange, einem Zahnradantrieb oder ähnlichem die Nachführbewegung auf die Unterkonstruktion 10 überträgt, so dass die Gesamtheit der Energiewandleranordnungen, die auf Querträgern 12 montiert sind, um einen gemeinsamen Drehpunkt D dem Sonnenstand nachgeführt werden.

Alternativ zu dieser Art der Nachführung kann ein besonders verwindungssteif ausgeführter Querträger 12 mittels einer Seilanordnung 40 die Nachführbewegung an die Energiewandleranordnungen 2 weitergeben. Dazu befinden sich im Querträger 12 Aufnahmen für die Seilanordnung 40. Diese Seilanordnung 40 besteht aus im Wesentlichen parallel zueinander gespannten Seilen, die mehrere Photovoltaikanlagen miteinander verbinden können, wobei die aufgebrachte Seilspannkraft von Querträger 12 zu Querträger 12 weitergeben wird. Werden die Spannseile polygonzugartig nach dem Jawerth-Seilbinderprinzip gespannt, so wird eine besonders geringe Durchbiegung der seilverspannten Unterkonstruktion 10 ermöglicht. Die Nachführbewegung einer solch seilverspannten Photovoltaikanlage 1 wird ebenfalls mittels eines Antriebs 20 um einen Drehpunkt D ermöglicht.

Fig. 6 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel der Energiewandleranordnungen 2, die im Querschnitt gesehen nebeneinander an einer Konstruktion bestehend aus Haltewangen 42 montiert sind. Diese Haltewangen 42 nehmen die optischen Einrichtungen 8 sowie die Energiewandler 6 mittels Stützelementen 44 an ihren Stirnseiten auf, so dass sich diese in besonders einfacher Art rotatorisch um den Drehpunkt D dem Son-

nenstand nachführen lassen. Um eine etwaige Durchbiegung der optischen Einrichtung 8 oder des Energiewandlers 6 zu verhindern, können zwischen den Elementen Halteelemente 4 angebracht werden. Alternativ zur starren Befestigung der Stützelemente an den Haltewangen ist es möglich, einen Bolzen 46 an den Haltewangen 42 anzubringen, der die Stützelemente 44 und die dazwischen fixierten optischen Einrichtungen 8 und Energiewandler 6 drehbar lagert. Diese Konstruktion ermöglicht eine relativ flache Ausführung der Haltewangen 42, die somit bei schräg auftreffenden Sonnenstrahlen, beispielweise im Frühjahr oder Herbst, einen geringeren Teil der Energiewandler 6 abschatten.

In Figur 7 ist eine Variante der Solaranlage gezeigt. Sie hat im Wesentlichen denselben Aufbau wie die zuvor beschriebenen Varianten, mit der Besonderheit, dass sie eine Symmetrieebene ES aufweist. Die auf der einen Seite der Symmetrieebene liegenden Energiewandleranordnungen 2 sind spiegelbildlich zu den auf der anderen Seite der Symmetrieebene liegenden Energiewandleranordnungen 2 angeordnet und ausgebildet. Dadurch kann der Drehpunkt D der Anlage höher und damit näher an den Systemschwerpunkt heran gelegt werden als bei der Ausführungsform gemäß Figur 3 bis 6, wodurch es gelingt, die erforderlichen Verstellkräfte zu verringern.

Eine weitere Variante der Anlage ist in den Figuren 8 und 9 gezeigt. Hier wird die optische Einrichtung 8 durch eine Einrichtung 108, 109 ersetzt, bei der zwei in Reihe geschaltete Beugungselemente vorgesehen sind. Bezüglich der Einzelheiten und Vorteile dieser optischen Einrichtung wird auf den Inhalt der mit gleichem Zeitrang im Namen der Anmelder hinterlegten Deutschen Patentanmeldung DE 10 2009 002 508.1 verwiesen, deren Offenbarung ausdrücklich in diese Anmeldung einbezogen wird.

Fig. 8 zeigt den Querschnitt einer bevorzugten Variante der optischen Einrichtung, bestehend aus dem ersten Beugungselement 108, dem zweiten Beugungselement 109 und Verbindungselementen 110. Dabei ist das erste Beugungselement 108 im Strahlenverlauf näher an der Strahlungsquelle angeordnet, so dass durch das erste Beugungselement 108 hindurch der Strahlenverlauf auf das zweite Beugungselement 109 gerichtet ist. Die Verbindungselemente 110 sind dabei in der Art zwischen den Beugungselementen 108, 109 angeordnet, dass diese eine einstückige optische Einrichtung

100 bilden. Dazu werden die Abstände zwischen den Beugungselementen 108, 109 durch die Verbindungselemente 110 geschlossen. Diese Abstände variieren, wenn die beiden Beugungsflächen 108, 109 zueinander in einem Winkel $[A]$ zueinander beabstandet sind.

Das in Fig. 8 gezeigte Ausführungsbeispiel einer optischen Einrichtung 100 offenbart Beugungselemente 108, 109, deren Oberflächen unterschiedlich ausgeprägt sind. Dabei weist die eine Oberfläche eine im Wesentlichen glatte Oberflächenstruktur auf, wohingegen die zweite Oberfläche eine Strahlablenkungseinrichtung in Form von Prismen trägt. Die so entstehende Fresnel-Linse ermöglicht Beugungen, die den Strahlengang 120 parallel umlenken, fokussieren oder streuen können.

Alternativ zu der hier gezeigten Ausführungsform der Beugungselemente 108, 109 können diese auch an beiden Oberflächen Strahlablenkungseinrichtungen tragen oder auch mit sich voneinander unterscheidenden Strahlablenkungseinrichtungen beugen. Darüber hinaus ist eine unterschiedliche Ausgestaltung des ersten Beugungselements 108 zum zweiten Beugungselement 109 möglich, so dass beispielsweise das erste Beugungselement 108 im Gegensatz zum zweiten Beugungselement 109 keine Strahlablenkeinrichtung trägt. Zum Schutz der Oberflächen der optischen Einrichtung können die Beugungselemente 108, 109 nicht gezeichnete Schutzelemente, welche die Oberflächenstruktur der Beugungselemente 108, 109 vor Verunreinigungen oder Umwelteinflüssen schützen, aufweisen. Es ist auch möglich, zumindest eine Außenfläche der optischen Einrichtung mit einer selbstreinigenden Oberflächenstruktur mit sogenanntem „Lotus-Effekt“ auszustatten, so dass separate Schutzelemente entfallen können.

Ein auf die optische Einrichtung 100 im Wesentlich parallel treffendes Strahlbündel 120 ist in der Fig. 8 dargestellt. Die Energiewandleranordnung 2, welche mit dem Ziel ein Maximum an Strahlenenergie auf die Energiewandler 6 zu richten wird dem Sonnenstand nachgeführt ist und neigt dabei die optische Einrichtung 1 in der Art, dass der Strahlengang 120 präzise in einer vorbestimmten Art auf den Energiewandler 6 trifft. Die dazu notwendige Gesamtbeugung wird in der hier gezeigten Ausführungsform von der optischen Einrichtung 1 auf zumindest zwei Beugungen verteilt.

Der von der optischen Einrichtung 100 auf den Energiewandler 6 gebeugte Strahlenverlauf ist abhängig von der Beschaffenheit der Beugungselemente 108, 109. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Beugungszusammensetzung ist in Fig. 8 dargestellt. Der zur Energiemaximierung der Solaranlage notwendige Gesamtbeugungswinkel ergibt sich aus mehreren hintereinander erfolgenden Beugungen. Diese können aus unterschiedlichen Beugungsarten und/oder unterschiedlichen Optiken entstehen. Dabei besteht die erste optische Einrichtung aus einer Fresnel-Linse 108 deren Prismen im Strahlenverlauf nach Unten angeordnet sind und einen zweiten Beugungselement 109 aus einer Fresnel-Linse deren Prismen im Strahlenverlauf nach Oben zeigen. Die den Prismen abgewandte Oberfläche der optischen Einrichtungen 108, 109 können eine im Wesentlichen glatte Oberflächenstruktur aufweisen, die auch eine selbstreinigende Mikrostruktur haben können.

Daraus ergibt sich folgender Strahlengang, wobei der Strahlengang im Allgemeinen den snelliusschen Brechungsgesetzen folgt. Steht die Oberfläche des ersten Beugungselements 108 rechtwinklig zum einfallenden Strahlengang, so erzeugt der einfallende Strahl nur minimale Reflexion aufgrund der Oberflächeneigenschaften. Ist die Oberfläche des ersten Beugungselements 108 leicht zum Strahlengang angewinkelt, so wird der Strahlengang zum Lot hin gebrochen, was die Verlustreflexion zum einen leicht erhöht, jedoch die Gefahr einer Totalreflexion beim Auftreffen auf eine weitere Beugungsfläche verringert. Der abgelenkte Strahlengang 120 trifft dabei auf die Fresnel-Linse und wird dabei vom Lot weg und in Richtung Energiewandleranordnung durch den Hohlkammerbereich der optischen Einrichtung geleitet. Von diesem besonders geschützten Bereich aus trifft der Strahlengang 120 erneut auf eine Fresnel-Linse, welche den Strahl zum Lot hin durch das zweite Beugungselement 109 hin leitet. Beim Austritt aus dem zweiten Beugungselement 109 wird der Strahlengang 120 auf den endgültigen Gesamtbeugungswinkel in Richtung Energiewandler 6 hin umgelenkt.

Zur Befestigung der optischen Einrichtung 100 an eine Energiewandleranordnung 2 ist ein Haltebereich 122 vorgesehen, in dem die optische Einrichtung 1 besonders stabil ausgeführt ist, so dass angreifende, nicht dargestellte, Befestigungselemente die optische Einrichtung 100 aufnehmen und fixieren können.

Die in Fig. 9 dargestellte perspektivische Ansicht einer optischen Einrichtung 100 zeigt die wesentlichen Bauteile bestehend aus dem ersten Beugeelement 108, dem zweiten Beugeelement 109, sowie den Verbindungselementen 110. Aus der perspektivischen Ansicht ist zudem die lineare Erstreckung der zuvor im Querschnitt gezeigten Bauteile ersichtlich. Diese sich in Längsrichtung einer Solaranlage erstreckenden Bauteile bilden in ihrer Gesamtheit eine optische Einrichtung 100 die ähnlich einem Holzkörperprofil geschaffen ist, und dadurch sehr stabil und torsionssteif wird.

Selbstverständlich sind Abweichungen von den beschriebenen Varianten möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen. Für die Bauelemente 32 und/oder 28 und oder 34 und/oder 22 können extrudierte oder spritzgegossene oder gewalzte Komponenten verwendet werden, die aus Kunststoff oder Metall, wie z.B. Leichtmetall bestehen können.

Zusätzlich zu einer einachsigen Azimut-Nachführung kann auch eine Elevations-Nachstellung oder –Nachführung vorgesehen sein.

Die Fresnel-Struktur oder eine Schutzschicht für die Fresnel-Struktur kann so fein ausgeführt sein, dass sich eine mikrostrukturierte Oberfläche mit Selbstreinigungseffekt (Lotus-Effekt) ergibt.

Die vorgestellte Erfindung ist nicht auf die Verwendung von Photovoltaikzellen als Energiewandler 6 beschränkt. Vielmehr zeigt die Erfindung Möglichkeiten, um verschiedenste Arten von Energiewandlern mit mehr Sonnenstrahlen zu beaufschlagen, um effizientere Wirkungsgrade zu schaffen.

Die Erfindung zeigt eine Solaranlage in der besonderen Ausgestaltung einer Photovoltaikanlage 1 mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Energiewandleranordnungen 2 mit jeweils einem Halteelement 4, einem Energiewandler 6 und einer optischen Einrichtung 8 offenbart, mit der ein Strahlengang auf den Energiewandler 6 richtbar ist, wobei die optische Einrichtung 8 näher an einer Strahlungsquelle angeordnet ist. Die Photovoltaikanlage 1 zeigt eine asymmetrische Anordnung der optischen Einrichtung 8 zum Energiewandler 6, wobei die optische Einrichtung 8 der Energiewandleran-

ordnung 2 auf den Energiewandler 6 einer benachbarten Energiewandleranordnung 2 gerichtet ist.

Bezugszeichenliste:

1	Photovoltaikanlage
2	Energiewandleranordnung
4	Halteelement
6	Energiewandler
8	optische Einrichtung
10	Unterkonstruktion
12	Querträger
14	Gestell
16	Nachführeinrichtung
18	Fundament
20	Antrieb
22	Optikaufnahme
24	Klemmelement
26	Stegabschnitt
28	Energiewandleraufnahme
30	Windleitelement
32	Basisabschnitt
34	Spiegeloberfläche
36	Verstärkung
38	elastisches Element
40	Seilanordnung
42	Haltewangen
44	Stützelemente
46	Bolzen
D	Drehpunkt
B	Beugungswinkel

Ansprüche

1. Solaranlage, insbesondere eine Photovoltaikanlage (1), mit einer Mehrzahl nebeneinander liegender Energiewandleranordnungen (2) mit jeweils einem Halteelement (4), einem Energiewandler (6) und einer optischen Einrichtung (8) mit der ein Strahlengang auf die Energiewandler (6) richtbar ist, wobei die optische Einrichtung (8) näher an einer Strahlungsquelle angeordnet ist, gekennzeichnet durch eine asymmetrische Anordnung der optischen Einrichtung (8) zum Energiewandler, wobei die optische Einrichtung der Energiewandleranordnung auf den Energiewandler einer benachbarten Energiewandleranordnung gerichtet ist.

2. Photovoltaikanlage nach Anspruch 1, wobei das Halteelement (4) außerhalb des Strahlengangs zwischen optischer Einrichtung (8) der Energiewandleranordnung (2) und dem beaufschlagten Energiewandler (6) einer benachbarten Energiewandleranordnung (2) angeordnet ist.

3. Photovoltaikanlage nach Anspruch 2, wobei das Halteelement (4) jeweils eine Optikaufnahme (22), eine Energiewandleraufnahme (28) und einen Stegabschnitt (26) aufweist, wobei die Optikaufnahme (22) und die Energiewandleraufnahme (28) auf verschiedenen Seiten des Stegabschnitts (26) liegen.

4. Photovoltaikanlage nach Anspruch 3, wobei die Optikaufnahme (22) und/oder die Energiewandleraufnahme (28) so ausgebildet sind, dass der betreffende Rand der optischen Einrichtung (8) und/oder des Energiewandlers (6) lösbar und formschlüssig eingefasst ist.

5. Photovoltaikanlage nach Anspruch 4, wobei das Halteelement (4) im Wesentlichen einen S-förmigen Querschnitt aufweist.

6. Photovoltaikanlage nach Anspruch 5, wobei sich das Halteelement (4) senkrecht und linear zu seiner Querschnittsfläche erstreckt.

7. Photovoltaikanlage nach Anspruch 6, wobei das Halteelement (4) einen Basisabschnitt (32) zur Befestigung an einer Unterkonstruktion aufweist.

8. Photovoltaikanlage nach Anspruch 7, wobei der Basisabschnitt (32) des Halteelements ein elastisches Element (38) aufweist.

9. Photovoltaikanlage nach Anspruch 8, wobei das Halteelement (4) die optische Einrichtung (8) und den Energiewandler (6) rückseitig aufnimmt.

10. Photovoltaikanlage nach Anspruch 1, wobei sich die Energiewandleranordnungen (2) zwischen zwei sich im Parallelabstand zueinander verlaufende, Halteelemente bildende Haltewangen (42) erstreckt und dort stirnseitig über ein Stützelement (44) vorzugsweise lösbar fixiert sind.

11. Photovoltaikanlage nach Anspruch 10, wobei ein zusätzliches Halteelement (4) zwischen optischer Einrichtung (8) und Energiewandler (6) angeordnet ist.

12. Photovoltaikanlage nach Anspruch 11, wobei das Stützelement (44) jeweils mit der Haltewange (42) fest verbunden ist.

13. Photovoltaikanlage nach Anspruch 11, wobei die beiden den Energiewandleranordnungen (2) zugeordneten stirnseitigen Stützelemente (44) an einem Bolzen (46) lagern, der drehbar um eine gemeinsame Achse in die Haltewangen (42) eingreift.

14. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei ein dem Energiewandler (6) zugewandter Abschnitt des Halteelements (4) eine spiegelnde Oberfläche (34) oder ein spiegelndes Element aufweist.

15. Photovoltaikanlage nach Anspruch 14, wobei der Anstellwinkel des Halteelements (4) zur Senkrechten zwischen 15 und 45 Grad beträgt, insbesondere zwischen 25 und 30 Grad.

16. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das Halteelement (4) zusätzliche Abstützungen aufweist.
17. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei das Halteelement (4) wärmeabführende Eigenschaften und/oder wärmeabführende Elemente aufweist.
18. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die optische Einrichtung (8) eine optische Strahlablenkungseinrichtung ist.
19. Photovoltaikanlage nach Anspruch 18, wobei die Strahlablenkungseinrichtung (8) eine – eventuell mit Glas geschützte - Fresnel-Linsenstruktur aufweist.
20. Photovoltaikanlage nach Anspruch 19, wobei der Beugungswinkel (B) der Strahlablenkungseinrichtung (8) auf den Energiewandler (6) zwischen 15 und 60 Grad, vorzugsweise zwischen 18 und 60° beträgt.
21. Photovoltaikanlage nach Anspruch 19 oder 20, wobei die Strahlablenkungseinrichtung (8) Abschnitte mit unterschiedlichen Beugungswinkeln (B) aufweist.
22. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 19 bis 21, wobei die optische Einrichtung (8) und/oder der Energiewandler (6) einen bogenförmigen Querschnitt aufweisen.
23. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 18 bis 22, wobei die optische Einrichtung (8) regelmäßige Verstärkungen (36) aufweist.
24. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 23, wobei der Energiewandler (6) aus einer für 2 bis 20-fache Konzentration optimierten Solarzelle gebildet ist.

25. Photovoltaikanlage nach Anspruch 24, wobei die Solarzelle eine hohe Wandlereffizienz mit geringen Verschattungsverlusten aufweist.

26. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 25, wobei die Energiewandleranordnungen (2) auf einer Unterkonstruktion (10) angebracht sind.

27. Photovoltaikanlage nach Anspruch 26, wobei die Unterkonstruktion (10) ein Gitter aus Querträgern (12) aufweist.

28. Photovoltaikanlage nach Anspruch 27, wobei die Unterkonstruktion (10) mittels einer Nachführeinrichtung (16) die Energiewandleranordnungen (2) dem Sonnenstand nachführt.

29. Photovoltaikanlage nach Anspruch 28, wobei ein Antrieb (20) eine Nachföhrbewegung der Nachführeinrichtung (16) auf die Querträger (12) überträgt.

30. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 26 bis 29, wobei die Unterkonstruktion (10) aus einer Seilanordnung (40) gebildet ist.

31. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 30, wobei das Halteelement (4) ein Windleitelement (30) aufweist.

32. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 31, wobei die Energiewandleranordnungen (2) oberhalb der Unterkonstruktion (10) angeordnet sind.

33. Photovoltaikanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 32, wobei die Energiewandleranordnungen (2) in einer 0°-Position der Solaranlage (1) in der Art angeordnet sind, dass eine Kante der optischen Einrichtung (8) der Energiewandleranordnung (2) und eine Kante des Energiewandlers (6) einer längs benachbarten Energiewandleranordnung (2) im Wesentlichen deckungsgleich sind.

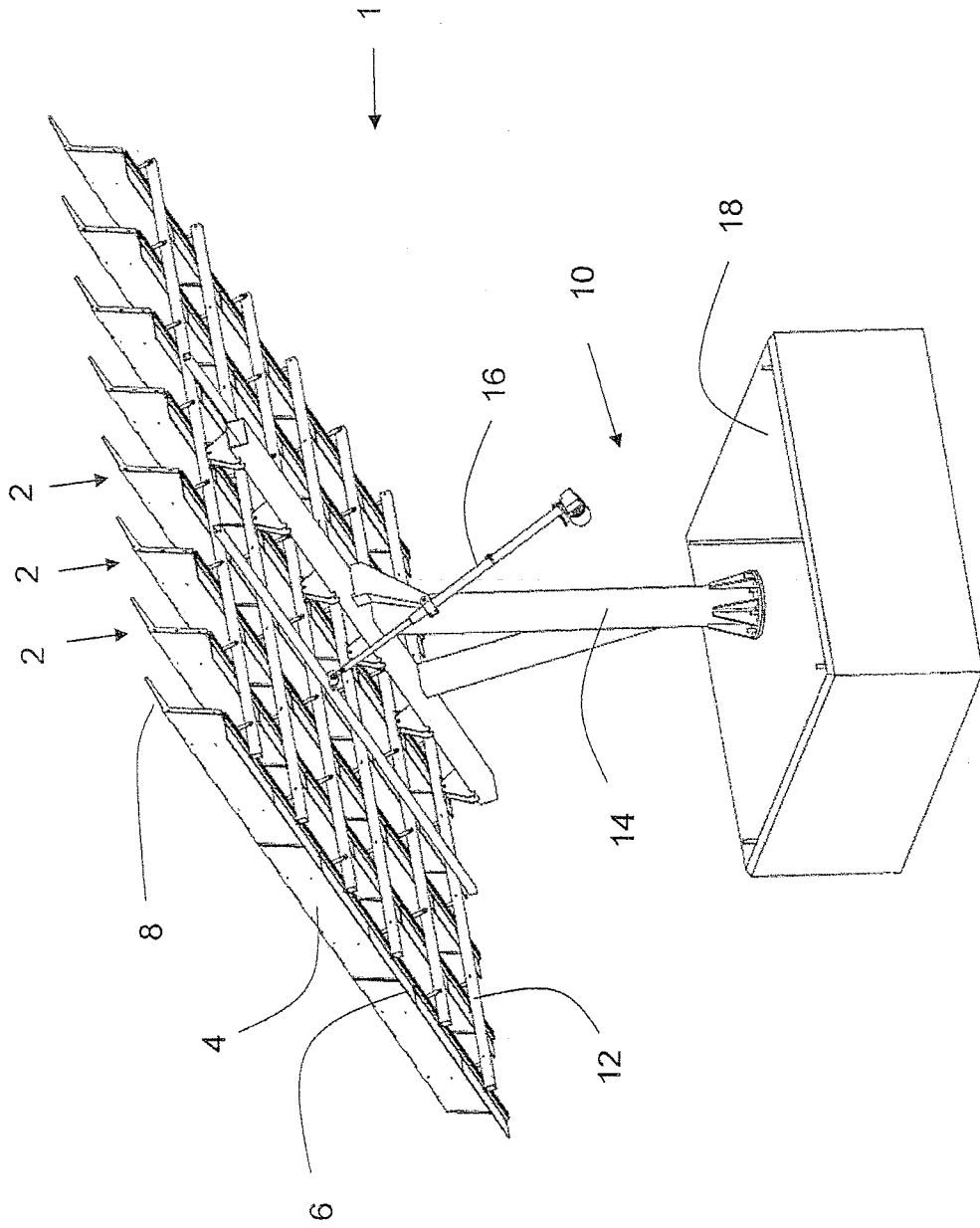


Fig. 1

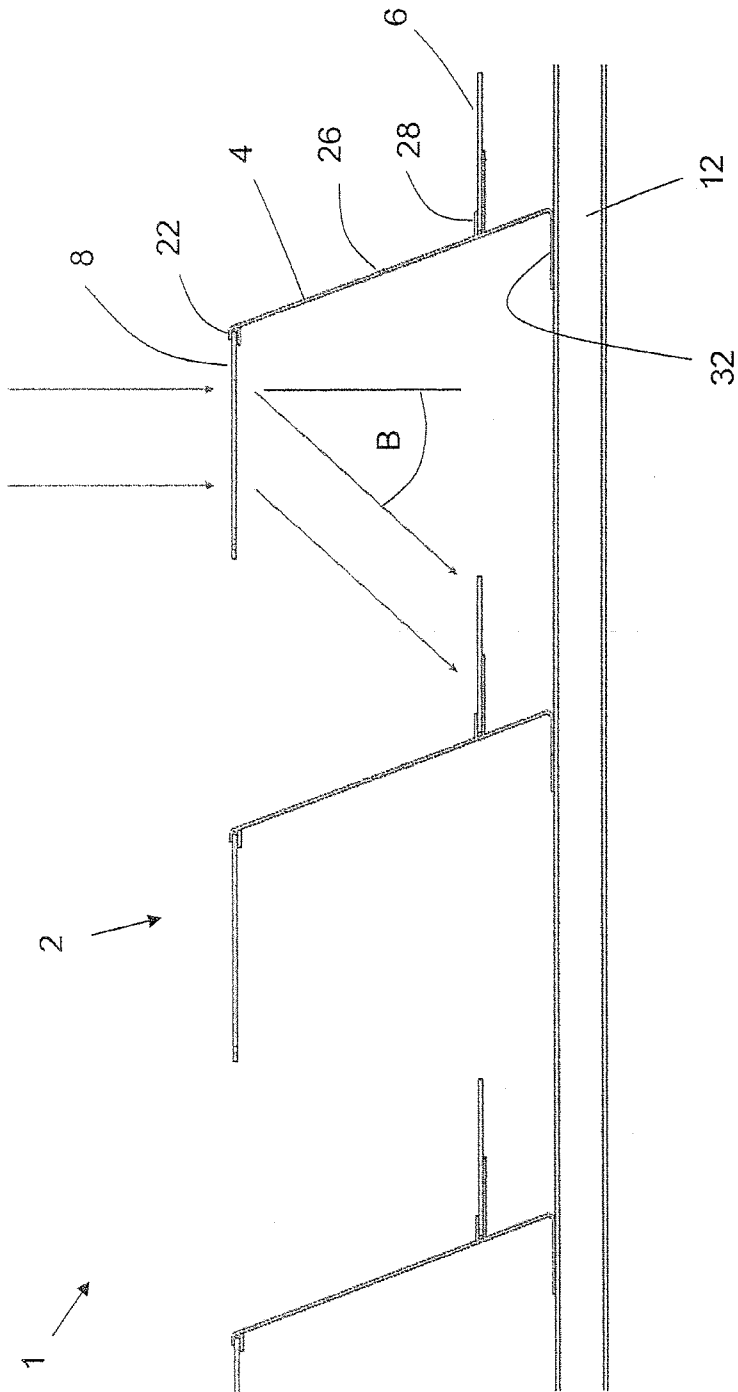


Fig. 3

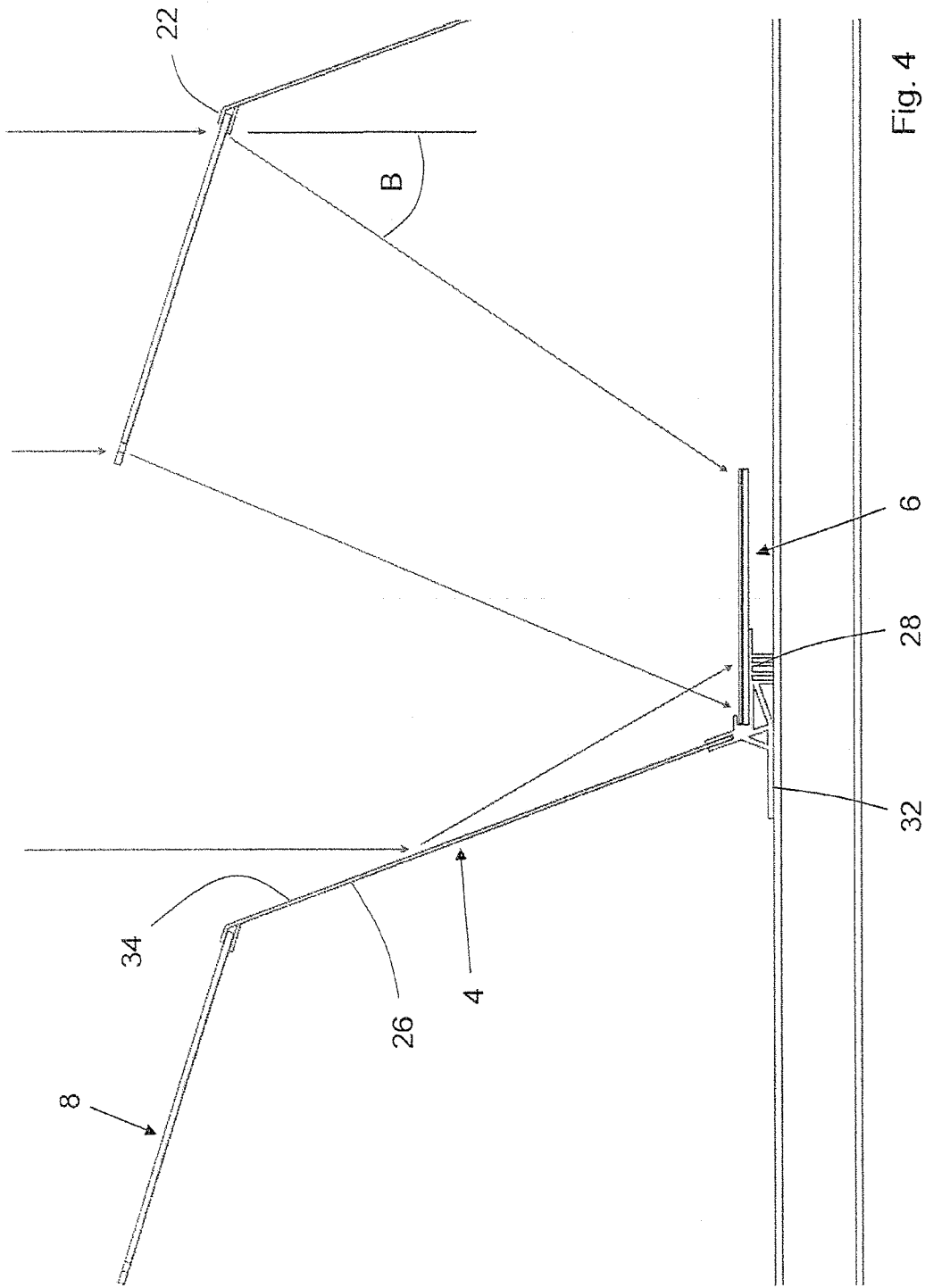


Fig. 4

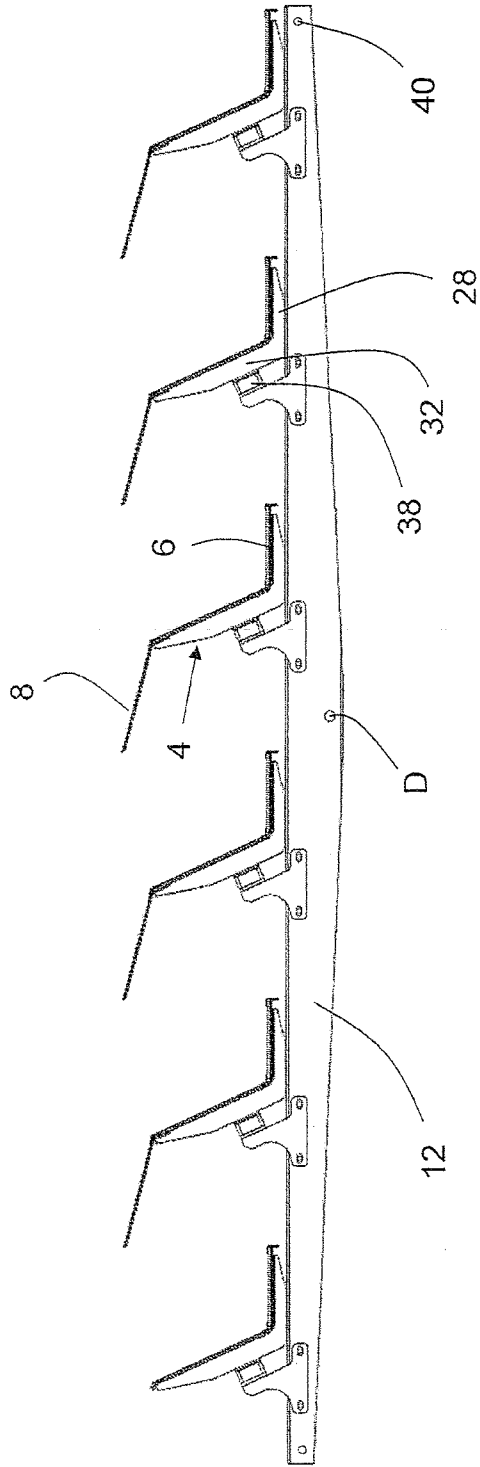


Fig. 5

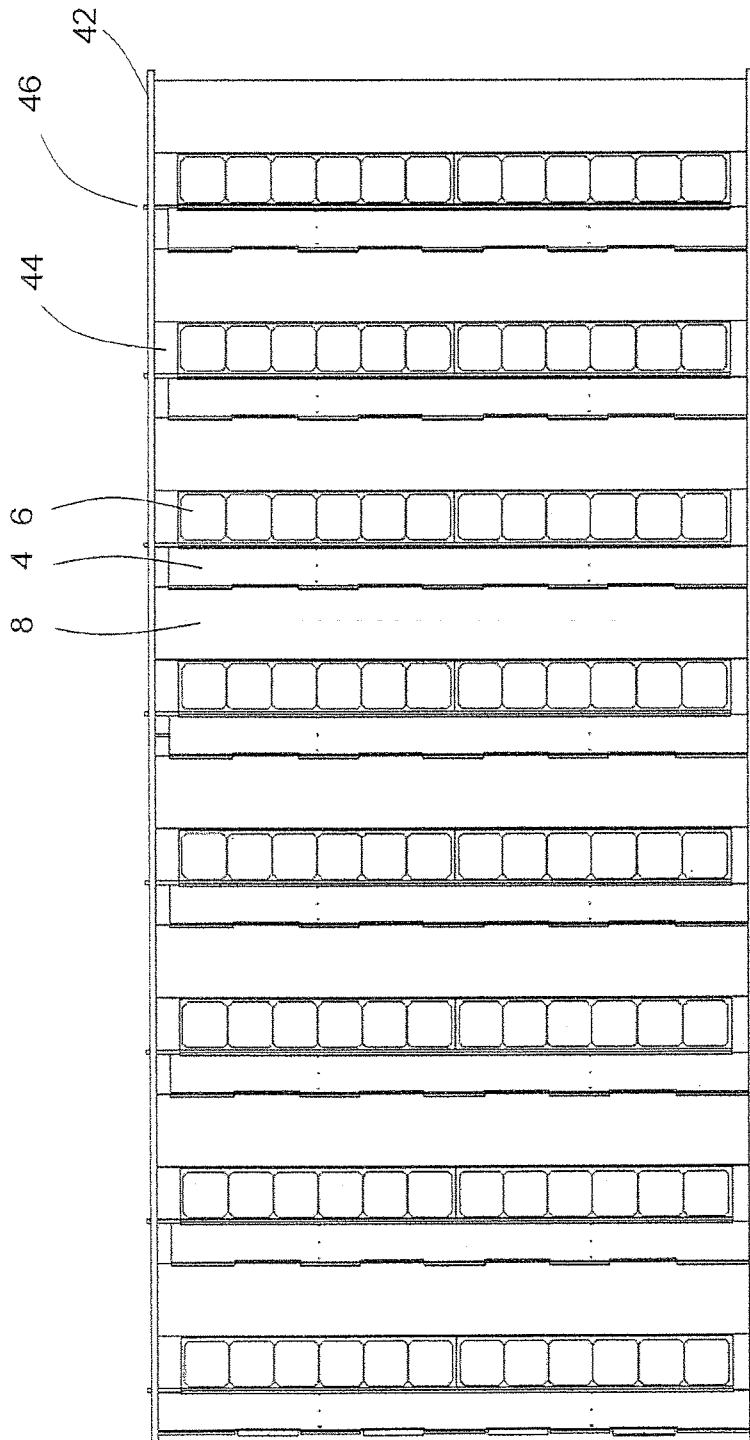


Fig. 6

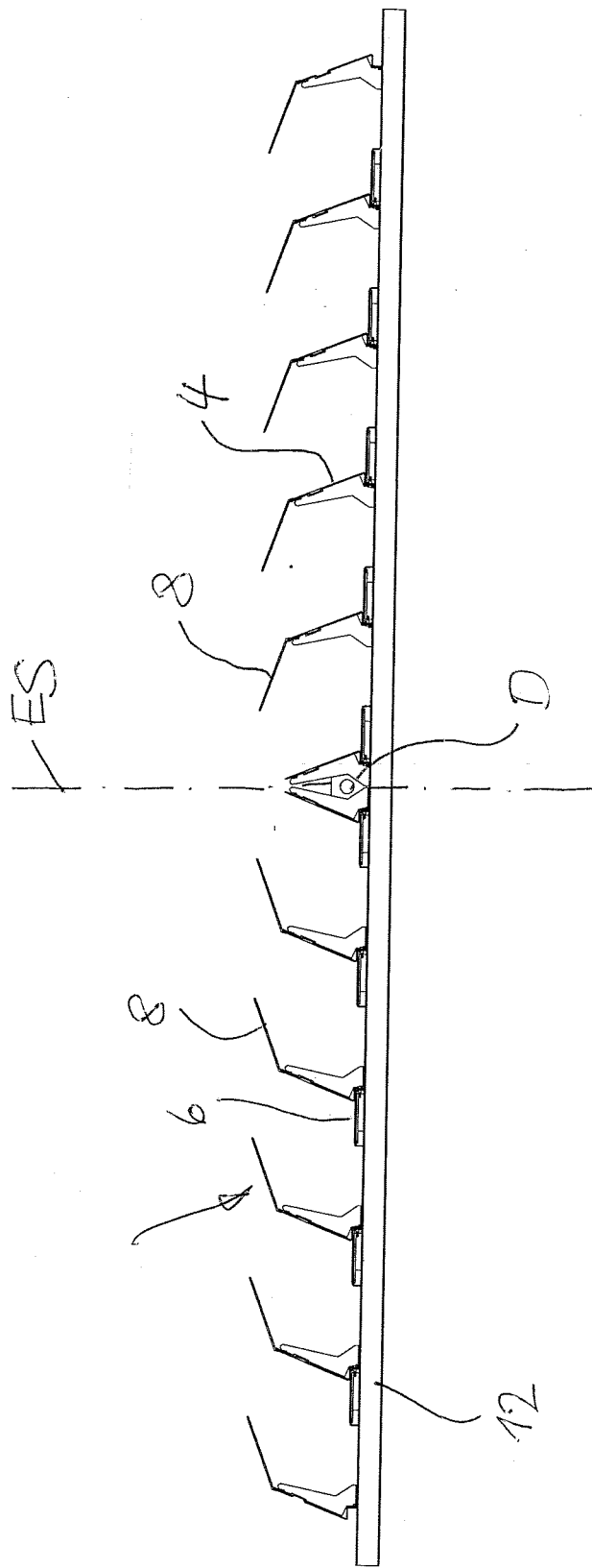


FIG. 7

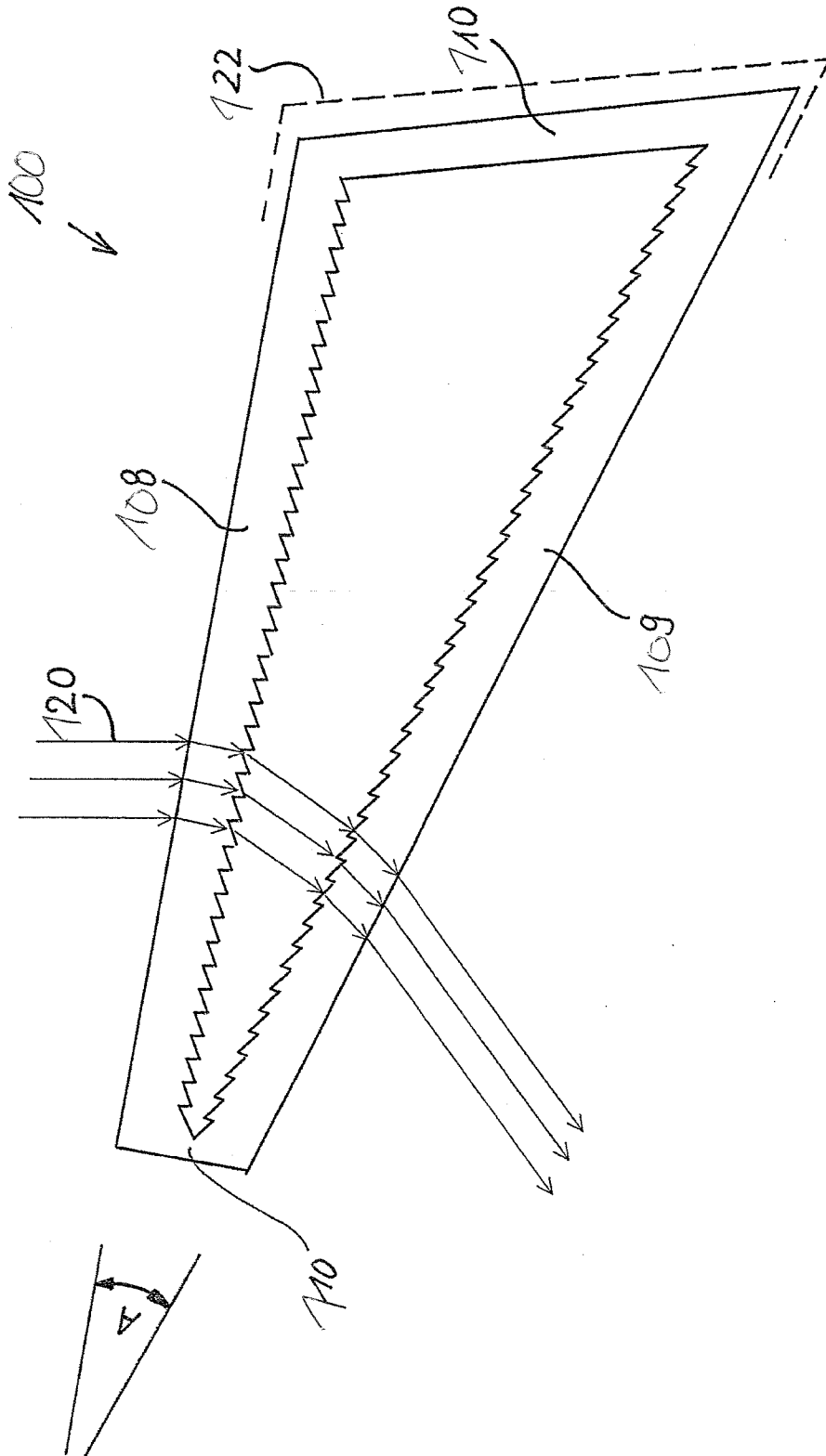


Fig. 8

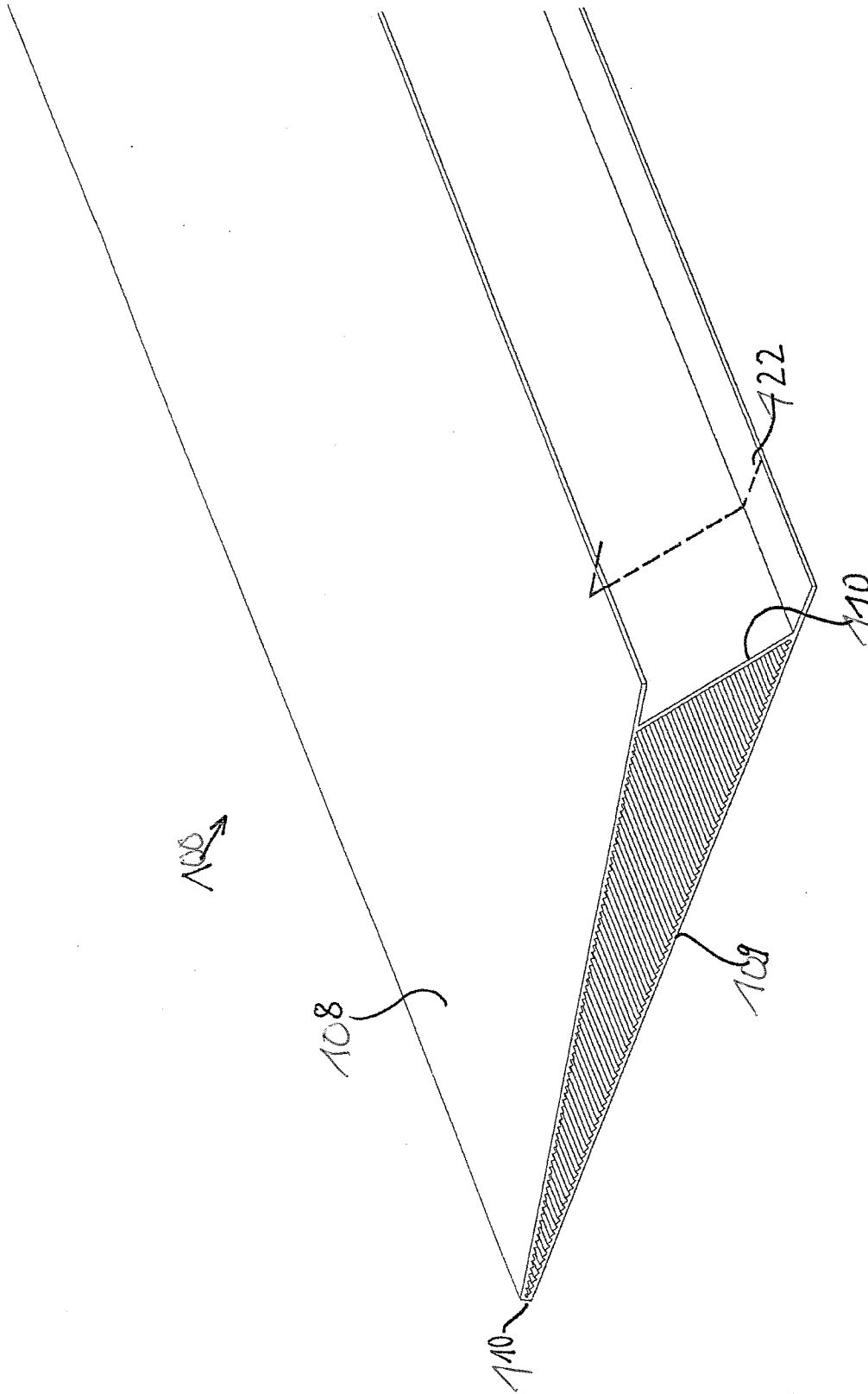


Fig. 9