



(10) **DE 10 2012 215 680 B4** 2016.06.16

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 215 680.1**  
(22) Anmeldetag: **04.09.2012**  
(43) Offenlegungstag: **06.03.2014**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **16.06.2016**

(51) Int Cl.: **H02S 40/22 (2014.01)**  
**H02S 20/10 (2014.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**NPS - New Power Systems GmbH, 87616  
Marktoberdorf, DE**

(74) Vertreter:  
**advotec. Patent- und Rechtsanwälte, 97080  
Würzburg, DE**

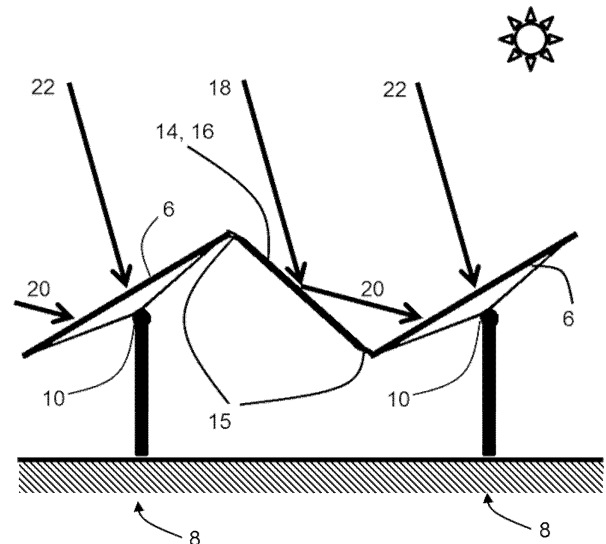
(72) Erfinder:  
**Rietzler, Manfred, 87616 Marktoberdorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

|    |                  |    |
|----|------------------|----|
| DE | 10 2009 051 766  | B3 |
| DE | 10 2006 042 808  | A1 |
| US | 2012 / 0 145 220 | A1 |
| US | 4 674 244        | A  |
| US | 6 051 775        | A  |
| US | 4 316 448        | A  |
| EP | 1 306 907        | A1 |

(54) Bezeichnung: **Solarfeld-Anordnung bestehend aus Photovoltaik-Solarmodulen in Modulreihen auf Reihen-Untergestellen und Solarreflektoren sowie Verfahren zur Energieumwandlung**

(57) Hauptanspruch: Solarfeld-Anordnung (12) bestehend aus Photovoltaik-Solarmodulen (6) mit Solarzellen (4), wobei die Solarmodule (6) in Modulreihen (8) auf Reihen-Untergestellen (10) mit Zwischenräumen derart angeordnet und ausgerichtet sind, dass die Solarzellen (4) weitgehend verschattungsfrei von Sonnenlichtstrahlen (22) erfasst werden durch einen Mindestabstand zwischen den Modulreihen (8), der sich ergibt als Funktion des Neigungswinkels und des Sonnenhöhenwinkels, bei dem noch keine Verschattung eintritt, wobei in dem Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Modulreihen (8) Solarreflektoren (14) mit einer Spiegelschicht (16, 24) derart angeordnet und ausgerichtet sind, dass die in den Zwischenraum einfallenden Sonnenlichtstrahlen (18) zumindest teilweise auf Solarzellen (4) angrenzender Solarmodule (6) reflektiert werden, wobei die Solarreflektoren (14) an den Reihen-Untergestellen (10) oder an eigenen Reflektorgestellen zumindest teilweise mit Schlaufen (30) lösbar in verschiedenen Neigungswinkeln befestigt sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Solarfeld-Anordnung bestehend aus Photovoltaik-Solarmodulen in Modulreihen auf Reihenuntergestellen und aus Solarreflektoren.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Energieumwandlung von Energie aus Sonnenlichtstrahlung in elektrische Energie mittels eines Photovoltaik-Solarfeldes mit in Reihen angeordneten Solarmodulen mit Solarzellen.

**[0003]** Bekannt sind Photovoltaikanlagen zur direkten Umwandlung von Energie aus Sonnenlicht in elektrische Energie. Die Photovoltaikanlage umfasst als wesentliche Komponente Solarmodule, die aus einer Vielzahl von Solarzellen gebildet werden. Die Solarzelle ist aus einem Halbleitermaterial gefertigt, das die Eigenschaft aufweist, unter Energiezufuhr (Sonnenlicht) Ladungsträger freizusetzen, deren Beweglichkeit in dem Halbleiter in einer Potentialdifferenz resultiert, die von außen an der Solarzelle als elektrische Spannung abgreifbar ist.

**[0004]** Um den Energieertrag der Photovoltaikanlage zu optimieren, werden die Solarmodule in einem bestimmten Neigungswinkel gegenüber der Horizontalen installiert, wobei der Neigungswinkel von der geographischen Lage des Standorts der Photovoltaikanlage abhängig ist und sich aus dem Jahres- und Tagesdurchschnitt des dort vorherrschenden Sonnenstandes ergibt. So gelten beispielsweise in Südeuropa Neigungswinkel von 25° bis 30°, in Zentraleuropa von 40° bis 50° als übliche Werte. Die Ausrichtung der Solarmodule erfolgt dabei vornehmlich in Südrichtung.

**[0005]** Neben Freiflächenanlagen mit Solarmodulen, die starr an Reihen-Untergestellen befestigt sind, sind auch nachgeführte Anlagen bekannt, bei denen die Solarmodule ein- oder zweiachsig dem Sonnenstand nachgeführt werden, um den Energieertrag zu erhöhen. Derartige Anlagen sind jedoch konstruktiv recht aufwändig.

**[0006]** Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Maßnahmen bekannt, um den Energieertrag zu steigern.

**[0007]** So beschreibt die DE 10 2009 051 766 B3 eine Photovoltaikanlage, bei der einander abwechselnd Solarpaneele und Reflektorelemente hintereinander angeordnet sind, so dass zwischen die Reihen der Solarpaneele gelangende Sonnenstrahlen auf die Solarpaneele reflektiert werden. Die Anordnung zeichnet sich dadurch aus, dass die Reflektoren an ihrer Ober- und Unterkante mit vertikal auf der Rückseite der Solarpaneele verlaufenden Reflektor-

klemmleisten an der Ober- und Unterkante der Solarpaneele befestigt sind.

**[0008]** Die US 4 316 448 A zeigt eine Solarfeld-Anordnung mit verstellbaren Reflektoren, die zwischen den Solarzellen angeordnet sind. Die Reflektoren sind über ein Schieb-Drehgestänge in ihrer Neigung verstellbar, um einen maximalen Beitrag der reflektierten Strahlung zu erreichen.

**[0009]** In der US 6 051 775 A ist eine Spannvorrichtung zum faltenfreien Aufspannen von dünnen Folienmaterialien beschrieben, die insbesondere für das glattziehende Aufspannen von gefaltet aufbewahrten Solarpaneele-Reflektoren in der Weltraumfahrt geeignet ist. Dabei sind an den Reflektoren mit Ösen versehene Spannbänder angebracht, die an einem Tragseil verlaufen.

**[0010]** Die EP 1 306 907 A1 zeigt eine Aufstellvorrichtung für Solarpaneele, wobei die Aufstellfläche eine konkave geformte (Stütz-)Fläche aufweist, um die Anpresskraft durch den Winddruck zu erhöhen und ein Wegfliegen der Solarpaneele zu verhindern. Die (Stütz-)Fläche kann bei mehrreihiger Anordnung der Solarpaneele mit einem reflektierenden Material beschichtet sein.

**[0011]** Die US 2012/0 145 220 A1 betrifft eine Reflektoranordnung mit einem dichroitischen Spiegel zur effektiven Nutzung der Sonnenstrahlung. Der parabelförmige Spiegel besteht aus einem mehrlagigen Aufbau mit einer transparenten, flexiblen Substratschicht aus Polypropylen.

**[0012]** In der US 4 674 244 A ist eine Dachkonstruktion mit Solarzellen und Reflektorflächen dargestellt. Die Reflektorflächen weisen eine reflektierende Schicht auf, die die zwischen den Solarzellen einfallende Strahlung auf die Solarzellen reflektiert.

**[0013]** Die DE 10 2006 042 808 A1 zeigt ein Solardach mit einer abwechselnden Folge von Solarmodulen und Reflektionsflächen. Dabei sind die Solarmodule mit den Reflektionsflächen derart verbunden, dass das Solardach eine geschlossene Dachhaut bildet.

**[0014]** Insbesondere unter Berücksichtigung des Reihenabstandes und in Anbetracht der Tatsache, dass in größeren Freiflächenanlagen die Modulreihen des Solarfeldes bis zu 100 m lang sein können, besteht ein Interesse daran, die Flächennutzung so effizient wie möglich zu gestalten, also einen möglichst hohen Energieertrag bezogen auf die verbrauchte Fläche zu erzielen.

**[0015]** Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde, die Fläche, auf der die Photo-

voltaik-Freiflächenanlage errichtet ist, im Sinne eines möglichst hohen Energieertrags zu nutzen.

**[0016]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Solarfeld-Anordnung bestehend aus Photovoltaik-Solarmodulen mit Solarzellen, wobei die Solarmodule in Modulreihen auf Reihen-Untergestellen mit Zwischenräumen derart angeordnet und ausgerichtet sind, dass die Solarzellen weitgehend verschattungsfrei von Sonnenlichtstrahlen erfasst werden durch einen Mindestabstand zwischen den Modulreihen, der sich ergibt als Funktion des Neigungswinkels und des Sonnenhöhenwinkels, bei dem noch keine Verschattung eintritt, wobei in dem Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Modulreihen Solarreflektoren mit einer Spiegelschicht derart angeordnet und ausgerichtet sind, dass die in den Zwischenraum einfallenden Sonnenlichtstrahlen zumindest teilweise auf Solarzellen angrenzender Solarmodule reflektiert werden, wobei die Solarreflektoren an den Reihen-Untergestellen oder an eigenen Reflektorgestellen zumindest teilweise mit Schlaufen lösbar in verschiedenen Neigungswinkeln befestigt sind.

**[0017]** Der Grundgedanke der vorliegenden Erfindung beruht darauf, bislang ungenutzte, in den Zwischenraum zwischen den Solarmodulen einfallende Sonnenlichtstrahlen nutzbar zu machen. Dies geschieht durch die Anordnung und Ausrichtung von Solarreflektoren zwischen zwei Modulreihen in der Weise, dass zumindest ein Teil der in den Zwischenraum einfallenden Sonnenlichtstrahlen auf Solarzellen der angrenzenden Solarmodule reflektiert wird und auf diese Weise zu einer Steigerung des Energieeintrags und damit des Flächennutzungsgrades beiträgt.

**[0018]** Zur Bereitstellung großer elektrischer Leistungen werden entsprechend viele miteinander verschaltete Solarmodule benötigt, die mit gleichem Neigungswinkel in mehreren Reihen (Strings) auf Reihen-Untergestellen montiert sind. Um bei diesen Freiflächenanlagen einen Abschattungseffekt einer Modulreihe durch eine benachbarte Reihe schräg angestellter Module weitgehend zu vermeiden, ist ein Mindestabstand zwischen den Reihen erforderlich. Dieser Mindestabstand ergibt sich als Funktion des Neigungswinkels und des Sonnenhöhenwinkels, bei dem noch keine Verschattung eintritt (Abschattungswinkel). Wird in vereinfachender Weise als Abschattungswinkel der Sonnenhöhenwinkel am 21. Dezember eines Jahres angesetzt, so ergibt sich beispielsweise für Berlin ein Abschattungswinkel von  $14^\circ$ . Der Reihenabstand muss daher umso größer werden, je kleiner der Abschattungswinkel ist, d. h. je tiefer der Sonnenstand ist, bei dem noch kein Verschattungseffekt auftreten soll und je größer der Neigungswinkel der Solarmodule ist.

**[0019]** Die Solarreflektoren sind an den Reihen-Untergestellen oder an eigenen Reflektorgestellen zu

mindest teilweise lösbar befestigt. Die zumindest teilweise lösbare Befestigung erlaubt es, die Solarreflektoren abzunehmen oder wegzuschwenken, um den Zugang zu den Solarmodulen, beispielsweise im Rahmen von Wartungs- oder Reparaturarbeiten, zu ermöglichen. Die Solarreflektoren können dabei an eigenen Reflektorgestellen oder an den bestehenden Reihen-Untergestellen der Solarmodule befestigt sein. Bei einer direkten Befestigung an dem jeweiligen Reihen-Untergestell der vor und hinter dem Reflektor befindlichen Modulreihe ergibt sich zwangsläufig bereits ein für die Reflexion günstiger Winkel des Solarreflektors, so dass ein großer Teil der auf den Reflektor treffenden Sonnenlichtstrahlen auf die Solarmodule weitergeleitet wird.

**[0020]** Eine Anbringung an den Reihen-Untergestellen ist auch insoweit vorteilhaft, als dass im Gegensatz zur Befestigung an eigens für die Solarreflektoren errichteten Reflektorgestellen bei einer Abnahme der Reflektoren in dem Zwischenraum keine Gestellkonstruktionen verbleiben, die möglicherweise den Zugang zu den Solarmodulen erschweren würden.

**[0021]** In weiterer Ausführung sind die Solarreflektoren mit Schlaufen lösbar befestigt. Um den Forderungen nach einer einfachen, gewichtsarmen und schnell lösbaren Verbindung mit einem Untergestell zu genügen, bietet sich in einer besonders günstigen Variante die Befestigung der Solarreflektoren mit Schlaufen an, die durch Ösen am Umfangsrand des Solarreflektors gezogen und an den bestehenden Reihen-Untergestellen der Solarmodule oder an eigenen Reflektorgestellen eingehängt werden.

**[0022]** Die Solarreflektoren sind in verschiedenen Neigungswinkeln befestigbar. Damit können die von dem Solarreflektor reflektierten Sonnenlichtstrahlen gezielt auf die angrenzenden Solarmodule ausgerichtet und der Lichteinfall weiter optimiert werden.

**[0023]** Der Solarreflektor ist entweder einlagig aus der Spiegelschicht aufgebaut oder er ist mehrlagig aufgebaut und besteht aus einer Trägerschicht, auf die die Spiegelschicht aufgebracht ist. Bei einem mehrlagigen Aufbau kann die Spiegelschicht auflaminiert oder aufgedampft sein.

**[0024]** Eine durch die Spiegelschicht gebildete einlagige Ausführung ermöglicht die Herstellung besonders leichter Solarreflektoren. Im Hinblick auf eine mechanisch besonders widerstandsfähige Ausführung ist der Solarreflektor mehrlagig mit einer robusten Trägerschicht aufgebaut, auf die die leichte Spiegelschicht aufgebracht ist. Zur Aufbringung der Spiegelschicht bietet sich insbesondere ein Laminierverfahren an, bei dem die Spiegelschicht als eigenständige Lage auf die Trägerschicht aufgebracht und fixiert ist. Alternativ dazu kann die Spiegelschicht auch auf die Trägerschicht aufgedampft werden.

**[0025]** In bevorzugter Ausführungsform besteht die Spiegelschicht aus Aluminium. Aluminium bietet sich als Material mit geringer Dichte und hohem Reflexionsgrad sowie wegen seiner kostengünstigen Herstellung und leichten Verarbeitbarkeit für die Verwendung als Spiegelschicht an. Zudem kann die Oberflächenrauigkeit des Aluminiums so eingestellt werden, dass sich ein Optimum zwischen diffuser und direkter Reflexion ergibt.

**[0026]** Mit Vorteil weist der Solarreflektor umlaufend Befestigungsösen auf. Diese Befestigungsösen erlauben eine einfache, gewichtsarme und schnell lösbare Verbindung mit einem Untergestell.

**[0027]** In weiterer Ausgestaltung weist der Solarreflektor eine konkav gekrümmte Spiegelschicht auf. Damit lässt sich bei bestimmten Größen- und Neigungsverhältnissen der Solarmodule eine weitere Erhöhung der einzustrahlenden Energie erreichen. Durch die Bündelung von Sonnenlichtstrahlen, die mit ebenen Solarreflektoren zu breit reflektiert werden würden, lässt sich durch eine konkav gekrümmte Spiegelschicht eine größere Lichtmenge auf die Solarzellen richten.

**[0028]** Vorteilhaft ist zur Befestigung der Solarreflektoren und zur Einstellung verschiedener Neigungswinkel eine Serie von Haltevorrichtungen an den Reihen-Untergestellen oder an eigenen Reflektorgestellen angebracht. Die Haltevorrichtungen können als Haltewinkel unterschiedlicher Länge ausgeführt sein, wobei der Neigungswinkel der Solarreflektoren dadurch bestimmt ist, in welche Haltewinkel die Schlaufen des Solarreflektors eingehängt werden.

**[0029]** In bevorzugter Ausgestaltung ist der Solarreflektor als flexible Folie oder als Gewebematerial ausgebildet und als Band zwischen den Modulreihen angeordnet. Mit einer derartigen Ausgestaltung und Anbringung kann zum einen die Forderung nach einem leichten und robusten Solarreflektor aus einem Material mit möglichst geringer Dichte und hoher mechanischer Festigkeit und zum anderen das Verlangen nach einer einfachen und schnell lösbaren Befestigung erfüllt werden.

**[0030]** Ist ein flexibel ausgeführter Solarreflektor vorgesehen, so kann bei einem mehrlagigen Aufbau die Trägerschicht aus einer Polypropylenfolie bestehen. Die Trägerfolie aus Polypropylen zeichnet sich durch eine hohe Festigkeit aus und eignet sich damit als robuste Grundlage für die reflektierende Spiegelschicht.

**[0031]** Weiterhin können bei einem flexibel ausgeführten Solarreflektor zur Erzeugung der Krümmung zusätzliche Spannvorrichtungen oder in den Solarreflektor eingebrachte gekrümmte Leisten vorgesehen werden. Durch diese konstruktiven Maßnahmen

kann auf einfache Weise ein Solarreflektor mit konkav gekrümmter Spiegelschicht erzeugt werden.

**[0032]** Alternativ kann der Solarreflektor auch als starre Spiegelfläche ausgebildet sein. In dieser Ausführungsform besteht der Solarreflektor aus einem Material hoher Steifigkeit und ist entweder als ebene oder konkav gekrümmte, starre Fläche zwischen den Modulreihen installiert.

**[0033]** Bezogen auf Verfahren zur Energieumwandlung von Energie aus Sonnenlichtstrahlung in elektrische Energie mittels eines Photovoltaik-Solarfeldes mit in Reihen angeordneten Solarmodulen mit Solarzellen wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass zur Steigerung des Energieertrags des Photovoltaik-Solarfeldes mit der vorbeschriebenen Solarfeld-Anordnung eine Nutzung der nicht direkt auf die Solarzellen auftreffenden Sonnenlichtstrahlung erfolgt. Mit der Reflexion nicht genutzter Sonnenlichtstrahlen kann bei der Umwandlung von Energie aus Sonnenlichtstrahlung in elektrische Energie der Flächennutzungsgrad eines Photovoltaik-Solarfeldes erhöht und damit der Energieertrag gesteigert werden.

**[0034]** Weitere Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen, die eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung an Hand von Beispielen erläutern. Es zeigen:

**[0035]** Fig. 1: schematisch eine Solarfeld-Anordnung nach dem Stand der Technik,

**[0036]** Fig. 2: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Solarreflektor-Anordnung mit ebenem Solarreflektor,

**[0037]** Fig. 3: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Solarreflektor-Anordnung mit gekrümmtem Solarreflektor,

**[0038]** Fig. 4: einen mehrlagigen Solarreflektor im Querschnitt,

**[0039]** Fig. 5: einen Solarreflektor als aufgespannte Fläche mit Befestigungsösen,

**[0040]** Fig. 6: einen Solarreflektor mit Befestigungsöse und Schlaufe.

**[0041]** Fig. 1 zeigt schematisch eine Solarfeld-Anordnung 2 einer Photovoltaik-Freiflächenanlage, bei der mit Solarzellen 4 bestückte Solarmodule 6 in sechs Modulreihen 8 (Strings) angeordnet sind (zur übersichtlicheren Darstellung sind die Bezugszeichen nur einmal angegeben, gelten aber für jede Modulreihe 8 gleichermaßen). Die Solarmodule 4 besitzen eine Breite  $b$  und sind mit einem Neigungswinkel  $\beta$  auf Reihen-Untergestellen 10 montiert. Um den Verschattungseffekt einer Modulreihe 8 durch

eine davor befindliche Modulreihe **8** zu minimieren, weisen die Modulreihen **8** zueinander einen Reihenabstand  $a$  auf. Es ist deutlich zu sehen, dass diese Anordnung mit einem relativ großen Flächenverbrauch einhergeht. Einfache geometrische Berechnungen ergeben, dass beispielsweise bei einer Breite des Solarmoduls von 1.5 m und einem Neigungswinkel von  $45^\circ$  der erforderliche Reihenabstand  $a$  5.3 m betragen muss, damit bei tiefstehender Sonne mit einem Sonnenhöhenwinkel von  $14^\circ$  (Abschattungswinkel) die Modulreihen verschattungsfrei bleiben.

**[0042]** Die Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Solarfeld-Anordnung **12** mit einem ebenen Solarreflektor **14**, der in dem dargestellten Ausführungsbeispiel an den jeweiligen Reihen-Untergestellen **10** zweier benachbarter Modulreihen **8** befestigt ist. Durch die Anbringung an den Reihen-Untergestellen **10** ergibt sich mit einfachen Befestigungsmitteln **15** zwangsläufig eine Ausrichtung der Solarreflektoren **14** derart, dass zumindest ein Teil der in den Zwischenraum einfallenden Sonnenlichtstrahlen **18** von einer Spiegelschicht **16** des Solarreflektors **14** auf die Solarzellen **4** des angrenzenden Solarmoduls **6** reflektiert wird und als indirekte bzw. reflektierte Sonnenlichtstrahlen **20** zusammen mit der Direktstrahlung **22** zum Energieeintrag in das Solarmodul **6** beiträgt.

**[0043]** In Fig. 3 weist der Solarreflektor **14** im Unterschied zu Fig. 2 eine konkav gekrümmte Spiegelschicht **24** auf, um die in den Zwischenraum einfallenden Sonnenlichtstrahlen **18** je nach Einfallswinkel gezielt in Richtung auf das angrenzende Solarmodul **6** bündeln zu können. Die Krümmung des Solarreflektors **14** bzw. der Spiegelschicht **24** kann bei einem Solarreflektor **14**, der als flexible Folie oder als Gewebematerial ausgebildet ist, mittels in den Solarreflektor eingebrachter gekrümmter Leisten (nicht sichtbar) ähnlich einem aufgespannten Segel vorgenommen werden. Alternativ sind auch zusätzliche Spannvorrichtungen aus Seilen oder Drähten möglich, die den flexiblen Solarreflektor in einer konkaven Form aufspannen.

**[0044]** Fig. 4 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines zweilagigen Solarreflektors **14** im Querschnitt. Auf einer Trägerschicht **26** ist eine Spiegelschicht **16**, **24** aufgebracht. Die Trägerschicht **26** ist aus einem robusten Material hoher Festigkeit hergestellt, auf die die Spiegelschicht **16**, **24** auflaminiert oder aufgedampft ist.

**[0045]** Ein besonders leicht und robust aufgebauter Solarreflektor besitzt den Vorteil, dass eine Unterkonstruktion hinsichtlich der Belastung entsprechend niedrig dimensioniert und damit konstruktiv einfach und kostengünstig realisiert werden kann. Insbesondere ist bei der Befestigung des Solarreflektors an den Reihen-Untergestellen der Solarmodule deren

zusätzliche Belastung durch einen leichten Solarreflektor gering. Dies ist von besonderer Wichtigkeit, da die Reihen-Untergestelle der Solarmodule für zusätzliche Traglasten in der Regel nicht ausgelegt sind. Zudem muss berücksichtigt werden, dass der Zwischenraum zwischen den Modulreihen als Zugang für Wartungs- und Reinigungsarbeiten genutzt werden soll, sodass die Solarreflektoren jederzeit leicht abnehmbar sein sollen. Dies gelingt umso einfacher, je leichter die Reflektoren sind.

**[0046]** Eine hohe mechanische Festigkeit weist daneben den Vorteil auf, dass der Solarreflektor vor Witterungseinflüssen und mechanischen Beanspruchungen geschützt ist.

**[0047]** In Fig. 5 ist ein Solarreflektor **14** als aufgespannte Fläche mit Befestigungsösen **28** dargestellt. Die Größe der Reflektorfläche bestimmt sich in erster Linie aus dem Reihenabstand  $a$  und der Länge der Modulreihen **8**. Sinnvoll handhabbar erscheinen Flächenstücke mit einer Breite von 2 m bis 5 m und einer Länge von ca. 10 m, die zu größeren Längen zusammengesetzt werden können.

**[0048]** Ist der Solarreflektor **14** in Form einer flexiblen Folie oder als Gewebematerial ausgebildet, so bieten sich zu dessen Fixierung Ösen **28** an, die umfänglich an dem Rand des Solarreflektors **14** angebracht sind.

**[0049]** Fig. 6 zeigt einen Solarreflektor **14** mit Befestigungsöse **28** und Schlaufe **30**. Die Schlaufen **30** eignen sich als einfaches Befestigungsmittel **15** (Fig. 2 und Fig. 3) zur Verbindung des Solarreflektors **14** an den Reihen-Untergestellen **10** der Solarmodule **6** oder an eigens für die Solarreflektoren **14** errichteten Reflektorgestellen. Dabei werden die Schlaufen **30** in Haltevorrichtungen wie Haken oder Haltewinkel eingehängt. Durch entsprechende Materialauswahl und Dimensionierung können die Schlaufen elastisch oder starr ausgebildet sein und bei einer bestimmten Zugkraft in der Funktion als Überlast-Schutz absichtlich reißen.

**[0050]** Ein elastisches Material ermöglicht eine straffere Fixierung der Solarreflektoren und einen Ausgleich eventueller Montagetoleranzen. Zudem bieten elastische Schlaufen den Vorteil, dass die Solarreflektoren auch in einachsigen nachgeführten Anlagen – in gewissen Grenzen unter Beachtung eines maximalen Nachführwinkel-Bereichs – an den verschwenkbaren Elementen der Reihen-Untergestelle befestigt werden können und so bei Verschwenkung der Solarmodule automatisch mitausgerichtet werden.

## Patentansprüche

1. Solarfeld-Anordnung (**12**) bestehend aus Photovoltaik-Solarmodulen (**6**) mit Solarzellen (**4**), wobei

die Solarmodule (6) in Modulreihen (8) auf Reihen-Untergestellen (10) mit Zwischenräumen derart angeordnet und ausgerichtet sind, dass die Solarzellen (4) weitgehend verschattungsfrei von Sonnenlichtstrahlen (22) erfasst werden durch einen Mindestabstand zwischen den Modulreihen (8), der sich ergibt als Funktion des Neigungswinkels und des Sonnenhöhenwinkels, bei dem noch keine Verschattung eintritt, wobei in dem Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Modulreihen (8) Solarreflektoren (14) mit einer Spiegelschicht (16, 24) derart angeordnet und ausgerichtet sind, dass die in den Zwischenraum einfallenden Sonnenlichtstrahlen (18) zumindest teilweise auf Solarzellen (4) angrenzender Solarmodule (6) reflektiert werden, wobei die Solarreflektoren (14) an den Reihen-Untergestellen (10) oder an eigenen Reflektorgestellen zumindest teilweise mit Schlaufen (30) lösbar in verschiedenen Neigungswinkeln befestigt sind.

2. Solarfeld-Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Solarreflektor (14) einlagig aus der Spiegelschicht (16, 24) aufgebaut ist.

3. Solarfeld-Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Solarreflektor (14) mehrlagig aufgebaut ist und aus einer Trägerschicht (26) besteht, auf die die Spiegelschicht (16, 24) aufgebracht ist.

4. Solarfeld-Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spiegelschicht (16, 24) auflaminiert oder aufgedampft ist.

5. Solarfeld-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spiegelschicht (16, 24) aus Aluminium besteht.

6. Solarfeld-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Solarreflektor (14) umlaufend Befestigungsösen (28) aufweist.

7. Solarfeld-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Solarreflektor (14) eine konkav gekrümmte Spiegelschicht (24) aufweist.

8. Solarfeld-Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Befestigung der Solarreflektoren (14) und zur Einstellung verschiedener Neigungswinkel eine Serie von Haltevorrichtungen an den Reihen-Untergestellen (10) oder an eigenen Reflektorgestellen angebracht ist.

9. Solarfeld-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Solarreflektor (14) als flexible Folie oder als Gewebematerial ausgebildet ist und als Band zwischen den Modulreihen (8) angeordnet ist.

10. Solarfeld-Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem mehrlagigen Aufbau die Trägerschicht (26) aus einer Polypropylenfolie besteht.

11. Solarfeld-Anordnung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erzeugung einer Krümmung zusätzliche Spannvorrichtungen oder in den Solarreflektor (14) eingebrachte gekrümmte Leisten vorgesehen sind.

12. Solarfeld-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Solarreflektor (14) als starre Spiegelfläche (16, 24) ausgebildet ist.

13. Verfahren zur Energieumwandlung von Energie aus Sonnenlichtstrahlung in elektrische Energie mittels eines Photovoltaik-Solarfeldes mit in Reihen angeordneten Solarmodulen (6) mit Solarzellen (4), wobei zur Steigerung des Energieertrags des Photovoltaik-Solarfeldes mit der Solarfeld-Anordnung (12) gemäß den Ansprüchen 1 bis 12 eine Nutzung der nicht direkt auf die Solarzellen (4) auftreffenden Sonnenlichtstrahlung (18) erfolgt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

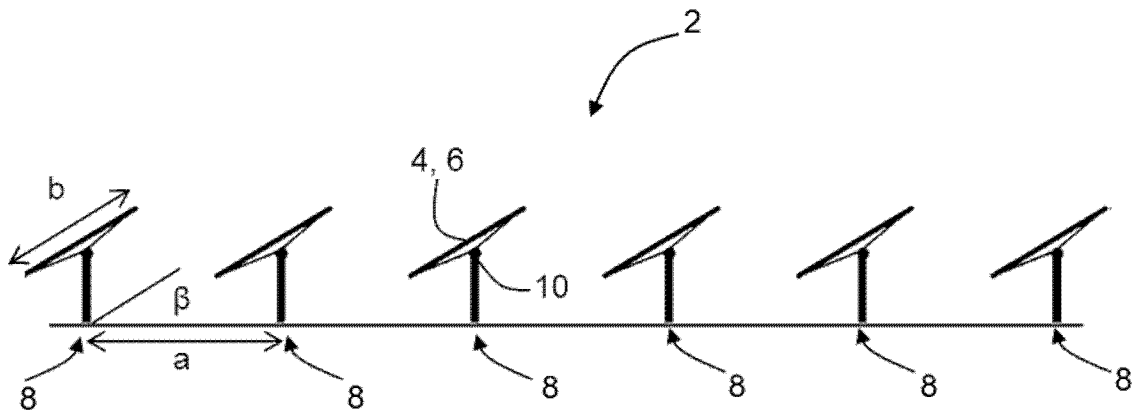


Fig. 1 (Stand der Technik)

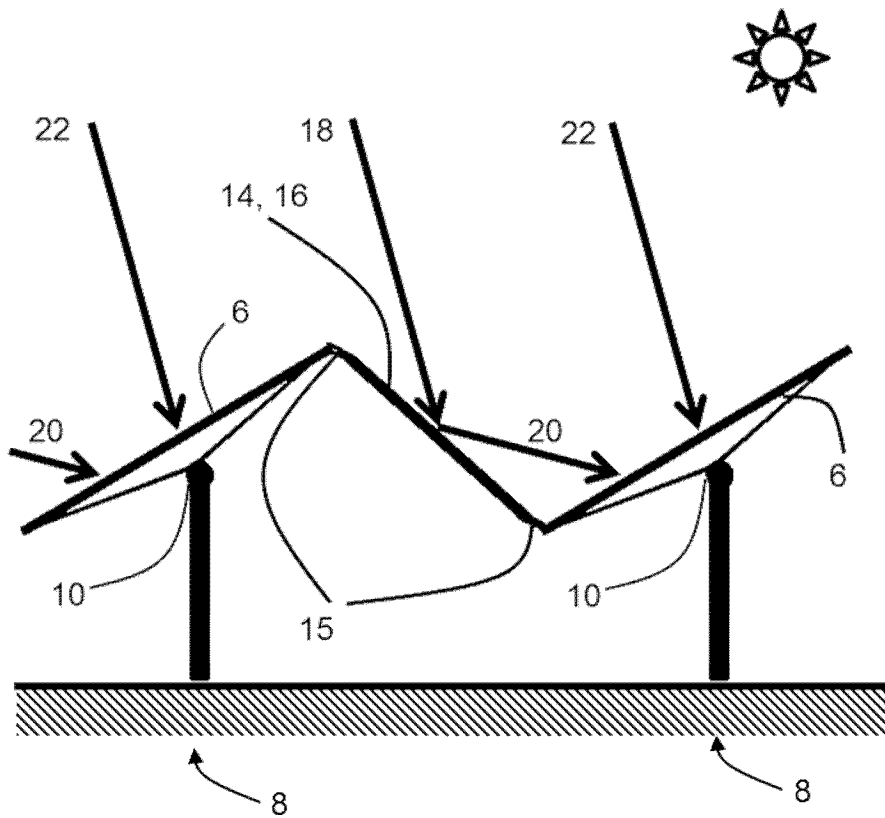


Fig. 2

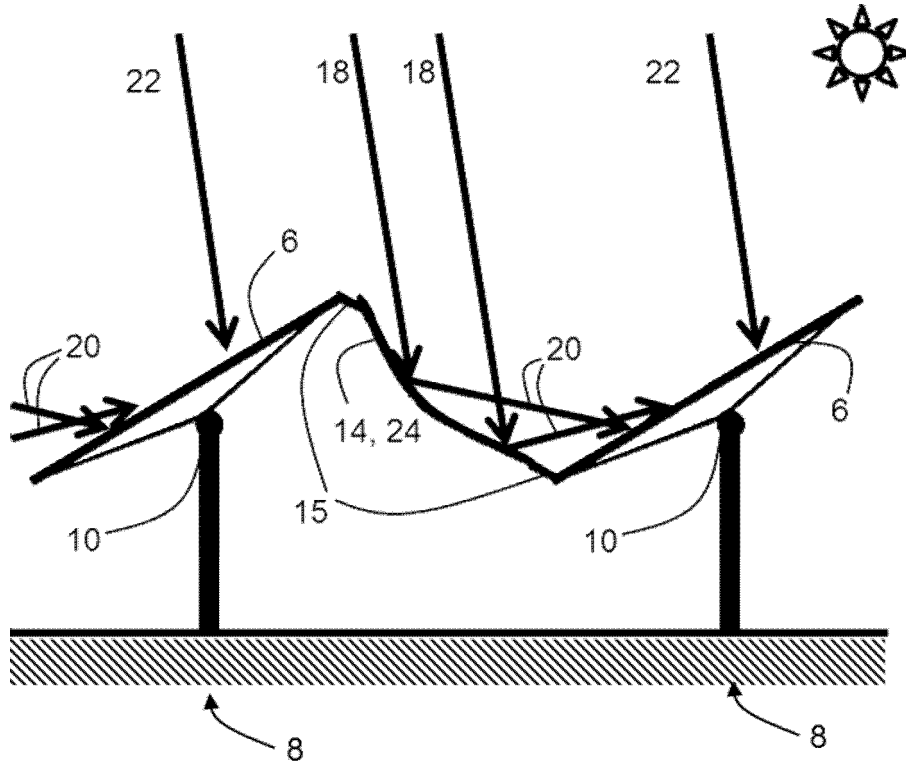


Fig. 3

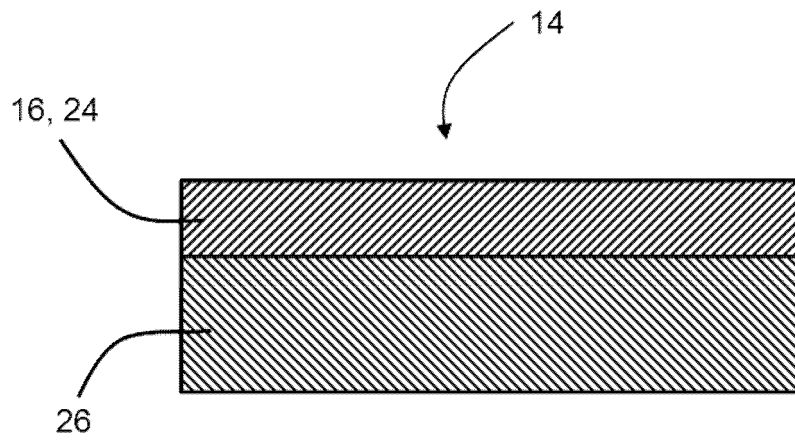


Fig. 4



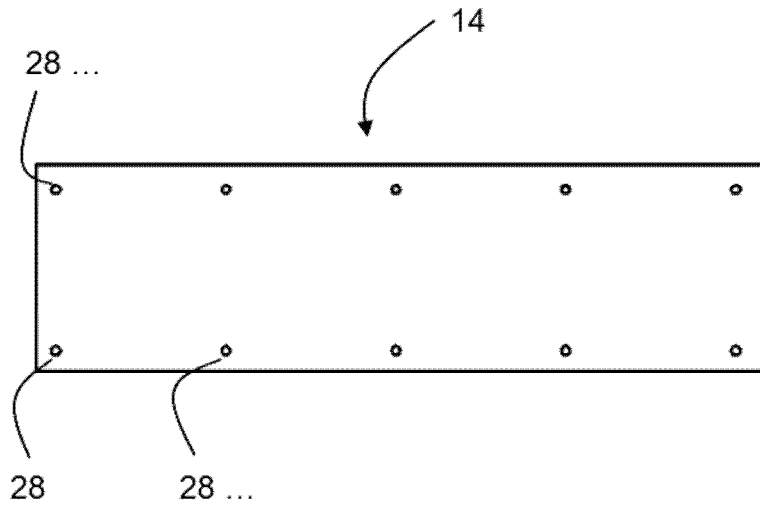


Fig. 5

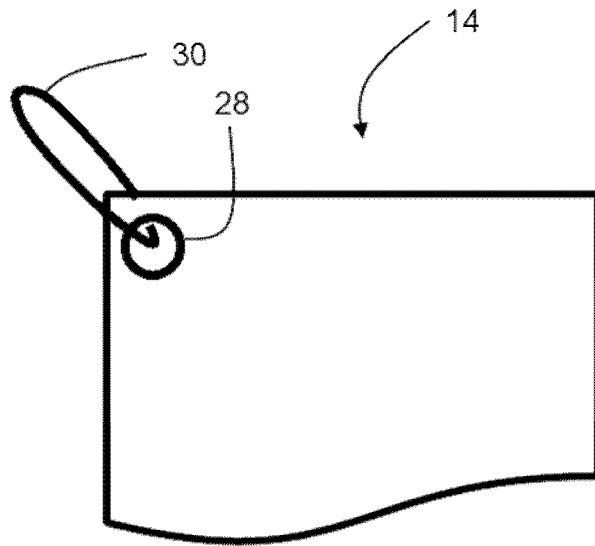


Fig. 6