

(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
27. Oktober 2011 (27.10.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/131402 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F24J 2/38 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/053099
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. März 2011 (02.03.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 028 027.5
21. April 2010 (21.04.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; 88038 Friedrichshafen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHULMAYER, Volker** [DE/DE]; Bachäckerstraße 49, 88094 Oberteuringen (DE). **HEINRICH, Kai** [DE/DE]; Eichenweg 20, 88289 Waldburg (DE). **KLEIN, Florian** [DE/DE]; Karlstr. 29, 88045 Friedrichshafen (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, 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.

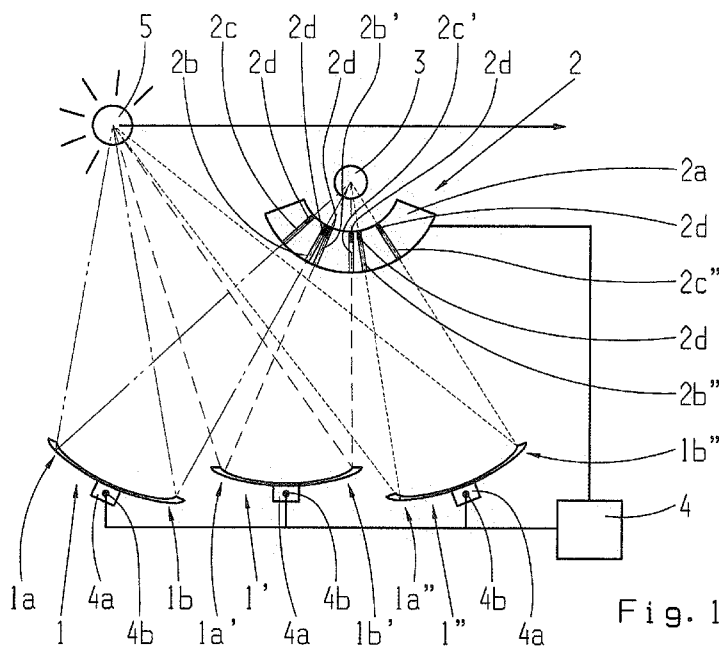
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

(54) Title: SENSOR DEVICE AND DEVICE FOR CONVERTING SUNLIGHT INTO ANOTHER FORM OF ENERGY

(54) Bezeichnung : SENSORVORRICHTUNG UND VORRICHTUNG ZUR UMWANDLUNG VON SONNENLICHT IN EINE ANDERE ENERGIEFORM



(57) Abstract: The invention relates to a sensor device (2) for capturing the reflected sunlight from a plurality of movable mirrors (1, 1', 1'') of a device for converting sunlight into another form of energy, wherein by means of a tracking device (4) the mirrors (1, 1', 1'') track the position of the sun so that said mirrors jointly reflect the sunlight onto a converter device (3) which converts the sunlight into the other form of energy. The invention further relates to a device for converting sunlight into another form of energy. According to the invention, for each of the mirrors (1, 1', 1'') the sensor device (2) has a first and a second sensor aperture (2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'') associated with said mirrors (1, 1', 1'') and a respective light-sensitive sensor (2d) recessed in said aperture.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Sensorvorrichtung (2) zur Erfassung des reflektierten Sonnenlichts mehrerer beweglicher Spiegel (1, 1', 1'') einer Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform, bei welcher die Spiegel (1, 1', 1'') mittels einer Nachführungsvorrichtung (4) so

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/131402 A2

dem Sonnenstand nachgeführt werden, dass diese das Sonnenlicht gemeinsam auf eine Wandlervorrichtung (3), welche das Sonnenlicht in die andere Energieform wandelt, reflektieren. Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform. Erfindungsgemäß weist die Sensorvorrichtung (2) für jeden der Spiegel (1, 1', 1'') eine erste und eine zweite diesem Spiegel (1, 1', 1'') zugeordnete Sensoröffnung (2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'') und jeweils einen darin vertieft angeordneten lichtempfindlichen Sensor (2d) auf.

Sensorvorrichtung und Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht
in eine andere Energieform

Die Erfindung bezieht sich auf eine Sensorvorrichtung zur Erfassung des reflektierten Sonnenlichts mehrerer beweglicher Spiegel einer Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform, bei welcher die Spiegel mittels einer Nachführungsvorrichtung so dem Sonnenstand nachgeführt werden, dass diese das Sonnenlicht gemeinsam auf eine Wandlervorrichtung, welche das Sonnenlicht in die andere Energieform wandelt, reflektieren. Eine derartige Sensorvorrichtung dient zur optimalen Ausrichtung der Spiegel auf die Wandlervorrichtung nach dem gegenwärtigen Stand der Sonne am Firmament (Sonnenstand).

Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform, mit mehreren beweglichen Spiegeln, mit einer Wandlervorrichtung und mit einer zwischen den Spiegeln und der Wandlervorrichtung angeordneten Sensorvorrichtung. Hierbei werden die Spiegel so dem Sonnenstand nachgeführt, dass diese das Sonnenlicht gemeinsam auf die Wandlervorrichtung, welche das Sonnenlicht in die andere Energieform wandelt, reflektieren.

Die Wandlervorrichtung wandelt das einfallende, beziehungsweise von den Spiegeln reflektierte (Sonnen-)Licht beispielsweise in elektrische Energie oder Wärmeenergie um und kann dementsprechend beispielsweise als ein Fluid-Leitungssystem zur Erwärmung des Fluids oder als ein Fotovoltaikelement zur Erzeugung elektrischen Stroms ausgeführt sein.

Eine derartige Sensorvorrichtung und eine derartige Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform ist aus der DE 10 2008 008 403 A1 bekannt. Die hier vorgeschlagene Sensorvorrichtung beziehungsweise die hier vorgeschlagene Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform nutzt ein lineares Photodioden-Array je Spiegel, um die Ausrichtung der Spiegel möglichst genau anhand von Intensitätsverteilungen des reflektierten Sonnenlichtes

auf den Photodioden-Arrays zu erfassen. Die Vorrichtung benötigt somit eine komplizierte Auswertung der Intensitätsverteilungen.

Eine einfache Sensorvorrichtung mit lediglich zwei lichtempfindlichen Sensoren zur Nachführung einer Solareinrichtung, beispielsweise eines Spiegels, nach dem Sonnenstand geht aus der DE 10 2006 010 419 A1 hervor. Diese Sensorvorrichtung sorgt für eine senkrechte Ausrichtung der Solareinrichtung zu dem auf die Solareinrichtung einfallenden Licht, wodurch sich diese Sensorvorrichtung nicht zur Ausrichtung mehrerer Spiegel auf einen gemeinsamen Brennpunkt oder eine gemeinsame Wandlervorrichtung eignet.

Eine erste Aufgabe ist es daher eine Sensorvorrichtung für eine Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform, bei welcher die Spiegel mittels einer Nachführungsvorrichtung so dem Sonnenstand nachgeführt werden, dass diese das Sonnenlicht gemeinsam auf eine Wandlervorrichtung reflektieren, bereitzustellen, welche einfach aufgebaut ist und keine aufwendige Sensordatenauswertung benötigt. Eine weitere Aufgabe ist es, eine Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform bereitzustellen, welche ebenfalls über diese Vorteile verfügt.

Die erste Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Sensorvorrichtung für jeden der Spiegel eine erste und eine zweite diesem Spiegel zugeordnete Sensoröffnung und jeweils einen darin vertieft angeordneten lichtempfindlichen Sensor aufweist. Bevorzugt ist hierbei eine Tiefe, in welcher die Sensoren in den Sensoröffnungen vertieft sind größer, als eine Höhe oder eine Breite der Sensoröffnungen.

Durch die vertiefte Anordnung der lichtempfindlichen Sensoren in den Sensoröffnungen kann nur das reflektierte Licht des jeweils diesen Sensoröffnungen zugeordneten Spiegels fallen. Bei einer Fehlausrichtung eines Spiegels kann das von diesem reflektierte Sonnenlicht somit nicht störend auf die anderen Sensoröffnungen, beziehungsweise die darin vertieft angeordneten lichtempfindlichen Sensoren, wirken. Zudem sind lediglich zwei lichtempfindliche Sensoren zur Erkennung der Aus-

richtung des jeweiligen Spiegels notwendig, was sowohl den Aufwand zur Auswertung der Sensordaten, als auch den mechanischen Aufbau der Sensorvorrichtung vereinfacht. Die Auswertung der Sensordaten, beziehungsweise die Nachführung der Spiegel kann beispielsweise über einen Zwei-Punkt-Regler oder einen Schwellenwertschalter erfolgen. Durch die Verwendung einer derartigen Sensorvorrichtung ist es auch nicht notwendig Positionssensoren für die Spiegel vorzusehen oder anhand von Tabellendaten, der Uhrzeit, dem Datum und der Ortsposition den gegenwärtigen Sonnenstand zu ermitteln.

Um störende Auswirkungen von Streulicht zu minimieren sind die Innenwände der Sensoröffnungen bevorzugt matt, insbesondere mattschwarz, wodurch Lichtreflexionen innerhalb der Sensoröffnungen deutlich reduziert werden und einfallendes Streulicht nicht oder nur in geringem Maße bis zu den lichtempfindlichen Sensoren vordringen kann.

Zumindest einer der lichtempfindlichen Sensoren ist insbesondere als Fotodiode oder CCD- oder CMOS-Sensor ausgeführt. Um das von den Spiegeln reflektierte Licht auch bei einem bewölkten Himmel oder bei Nebel sicher zu erkennen, ist dieser lichtempfindliche Sensor bevorzugt als Infrarotfotodiode ausgeführt.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist ein ein- oder mehrteiliges Sensorgehäuse vorgesehen, welches eine konvex gekrümmte Oberfläche aufweist, in der die Sensoröffnungen angeordnet sind. Diese Oberfläche ist bevorzugt in Richtung der Spiegel ausgerichtet. So kann das Sensorgehäuse beispielsweise halbrund ausgeführt sein, wobei die Sensoröffnungen in der Rundung angeordnet und in Richtung der Spiegel ausgerichtet sind, das heißt die offenen Seiten der Sensoröffnungen weisen in Richtung der jeweiligen Spiegel. Der für die Sensorvorrichtung notwendige Bauraumbedarf kann hierdurch optimiert werden.

In einer anderen Weiterbildung der Erfindung ist ein ein- oder mehrteiliges Sensorgehäuse vorgesehen, welches eine gerade, also nicht gekrümmte Oberfläche aufweist, in der die Sensoröffnungen angeordnet sind, wodurch das Sensorgehäuse

einfach und kostengünstig herstellbar ist. Beispielsweise kann das Sensorgehäuse balken- oder quaderförmig ausgeführt sein.

Die Sensoröffnungen sind insbesondere bohrungs- oder schlitzartig ausgeführt, wodurch die Sensoröffnungen einfach und kostengünstig herstellbar sind, beispielsweise durch eine spanende Bearbeitung des Sensorgehäuses, in welchem die Sensoröffnungen angeordnet sind.

Die weitere Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform, mit mehreren beweglichen Spiegeln, mit einer Wandlervorrichtung und mit der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung gelöst. In der Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht werden die Spiegel mittels einer Nachführungsvorrichtung so dem Sonnenstand nachgeführt, dass diese das Sonnenlicht gemeinsam auf die Wandlervorrichtung, welche das Sonnenlicht in die andere Energieform wandelt, reflektieren. Dabei ist die Sensorvorrichtung zwischen den Spiegeln und der Wandlervorrichtung angeordnet und die einem Spiegel zugeordneten Sensoröffnungen so in Richtung dieses Spiegels ausgerichtet, dass das von diesem Spiegel reflektierte Sonnenlicht durch diese Sensoröffnungen hindurch auf die darin vertieft angeordneten lichtempfindlichen Sensoren fällt.

Bevorzugt sind die Sensoröffnungen so zu den Spiegeln ausgerichtet, dass das von dem jeweiligen Spiegel reflektierte Sonnenlicht nur dann durch beide Sensoröffnungen bis zu den lichtempfindlichen Sensoren dringt, wenn der Spiegel optimal zu der Wandlervorrichtung ausgerichtet ist. Bei einer weniger optimalen Ausrichtung werden die beiden Sensoren dann unterschiedlich intensiv bestrahlt, beziehungsweise nur einer der beiden Sensoren direkt von dem reflektierten Sonnenlicht bestrahlt, und bei einer schlechten Ausrichtung wird keiner der beiden Sensoren direkt bestrahlt. Falls keiner der Sensoren direkt bestrahlt wird, kann ein Suchlauf durchgeführt werden, bei welchem der Spiegel seine gesamte Bewegungsbahn oder nur einen Teil hiervon abfährt, bis beide Sensoren wieder von dem reflektierten Sonnenlicht bestrahlt werden. Falls die Sensoren unterschiedlich intensiv bestrahlt wer-

den, kann der jeweilige Spiegel in Abhängigkeit davon, welcher der Sensoren intensiver oder weniger intensiv bestrahlt wird in die entsprechende Richtung bewegt werden, bis beide Sensoren wieder gleich intensiv bestrahlt werden.

Der Suchlauf, falls keiner der Sensoren direkt bestrahlt wird, wird bevorzugt in Abhängigkeit der Uhrzeit und/oder von Wetterdaten ausgeführt, wodurch ausgeschlossen wird, dass die Spiegel unnötig bei Dunkelheit oder bei schlechter Witterung (starke Bewölkung, Nebel, Regen, Schnee, etc.) bewegt werden. Die Bewegungsbahn des Spiegels während dem Suchlauf wird bevorzugt in Abhängigkeit der aktuellen Uhrzeit und optional zusätzlich in Abhängigkeit des aktuellen Datums eingeschränkt, wodurch lediglich der Teil der gesamt möglichen Bewegungsbahn abgefahren wird, in welchem sich zu dieser Uhrzeit am ehesten die optimale Ausrichtung des Spiegels befindet.

Um eine optimale Ausrichtung der Spiegel auf die Wandlervorrichtung sicher zu erkennen, ist die erste der einem der Spiegel zugeordneten Sensoröffnungen in Richtung eines ersten Randbereichs dieses Spiegels gerichtet und die zweite der diesem Spiegel zugeordneten Sensoröffnungen in Richtung eines zweiten Randbereichs dieses Spiegels gerichtet ist, so dass das von dem ersten Randbereich des Spiegels reflektierte Sonnenlicht durch die erste Sensoröffnung auf den darin vertieft angeordneten ersten lichtempfindlichen Sensor fällt und das von dem zweiten Randbereich des Spiegels reflektierte Sonnenlicht durch die zweite Sensoröffnung auf den darin vertieft angeordneten zweiten lichtempfindlichen Sensor fällt. Insbesondere verläuft hierbei jeweils eine zwischen einer Lichteinfallsoffnung der Sensoröffnung und dem lichtempfindlichen Sensor verlaufende Längsachse der Sensoröffnung durch den dieser Sensoröffnung zugeordneten Randbereich des Spiegels.

Die Spiegel der Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform werden insbesondere durch Schwenken um im Wesentlichen vertikale Schwenkachsen dem Sonnenstand nachgeführt, folgen also dem Sonnenstand durch eine Schwenkbewegung zwischen einer Ost- und West-Ausrichtung (Ausrichtung in Azimut). Alternativ oder zusätzlich hierzu werden die Spiegel durch Schwen-

ken um im Wesentlichen horizontale Schwenkachsen dem Sonnenstand nachgeführt, folgen also dem Sonnenstand durch eine Schwenkbewegung zwischen einer horizontalen und vertikalen Ausrichtung (Ausrichtung in Elevation). Die Sensoröffnungen sind dann bevorzugt schlitzartig mit im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt, wobei längere Seiten der Querschnitte parallel zu den Schwenkachsen der Spiegel verlaufen.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert, aus welchen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen entnommen werden können. Die Figuren zeigen jeweils in schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine zweidimensionale Ansicht einer Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform;

Fig. 2 eine dreidimensionale Ansicht einer Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform.

Die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform verfügt über drei bewegliche Spiegel 1, 1', 1'' mit je einer konkaven Reflexionsfläche, eine Sensorvorrichtung 2, eine Wandlervorrichtung 3 und eine Nachführungsvorrichtung 4, wobei die Sensorvorrichtung 2 ortsfest bezüglich der Wandlervorrichtung 3 ist. Spiegel 1, 1', 1'', Sensorvorrichtung 2 und Wandlervorrichtung 3 erstrecken sich senkrecht über die Zeichenebenen hinaus, wobei die Sensorvorrichtung 2 eine geringere Ausdehnung senkrecht zur Zeichenebene aufweist, als die Spiegel 1, 1', 1'' und die Wandlervorrichtung 3. Die Sensorvorrichtung 2 ist somit nur in einem im Verhältnis zur Gesamtausdehnung kleinen Bereich zwischen den Spiegeln 1, 1', 1'' und der Wandlervorrichtung 3 angeordnet. Bevorzugt ist die Sensorvorrichtung 2 hierbei in unmittelbarer Nähe zu der Wandlervorrichtung 3 angeordnet oder zumindest näher an der Wandleranordnung 3, als an den Spiegeln 1, 1', 1'', um den Bauraumbedarf der Sensorvorrichtung 2 möglichst gering zu halten. Bevorzugt umschließt die Sensorvorrichtung 2, beziehungsweise ein Sensorgehäuse 2a der Sensorvorrichtung 2, die Wandlervorrichtung 3, wie dargestellt, entlang eines um

die Wandlervorrichtung 3 verlaufenden Kreis- oder Ellipsenabschnitts. Das Sensorgehäuse 2a der Sensorvorrichtung 2 verfügt hierzu über eine der Wandlervorrichtung 3 zugewandte und konkav gekrümmte erste Oberfläche sowie eine den Spiegeln 1, 1', 1'' zugewandte und konvex gekrümmte zweite Oberfläche, in welcher Sensoröffnungen 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' angeordnet sind.

Die Reflexionsflächen der Spiegel 1, 1', 1'' reflektieren das von der Sonne 5 auf die Spiegel 1, 1', 1'' strahlende Sonnenlicht auf die Sensorvorrichtung 2 und auf die Wandlervorrichtung 3, welche das Licht in eine andere Energieform, beispielsweise elektrische Energie oder Wärmeenergie, umwandelt. Die Spiegel 1, 1', 1'' sind in der gezeigten Ausrichtung so zu der Wandlervorrichtung 3 ausgerichtet, dass zu dem dargestellten Stand der Sonne 5 ein Maximum an reflektiertem Sonnenlicht auf die Wandlervorrichtung 3 trifft. Im Laufe der Bewegung der Sonne 5 über das Firmament (siehe von der Sonne 5 ausgehender Pfeil) ändert sich jedoch der Einfallswinkel des Sonnenlichtes auf die Spiegel 1, 1', 1'', weshalb diese dem Sonnenstand nachgeführt werden müssen, um weiterhin ein Maximum an Sonnenlicht auf die Wandlervorrichtung 3 zu reflektieren. Hierzu verfügt die Nachführungsvorrichtung 4 über an den Spiegeln 1, 1', 1'' angeordnete Stelleinrichtungen 4a, welche die Spiegel 1, 1', 1'' dem Sonnenstand durch eine Schwenkbewegung um die senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden Schwenkachsen 4b nachführen. Je nach Ausführung der Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform können hierbei die Schwenkachsen 4b vertikal oder horizontal verlaufen. Zur Erfassung einer Fehlausrichtung oder einer optimalen Ausrichtung der Spiegel 1, 1', 1'' zu der Wandlervorrichtung 3 wertet die Nachführungsvorrichtung 4 Sensorsignale der Sensorvorrichtung 2 aus und führt auf deren Grundlage gegebenenfalls eine Neuausrichtung oder Nachführung der Spiegel 1, 1', 1'' durch.

Das Sensorgehäuse 2a verfügt je Spiegel 1, 1', 1'' über zwei schlitzförmige Sensoröffnungen 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' in welchen vertieft je ein lichtempfindlicher Sensor 2d angeordnet ist, über den die optimale Ausrichtung oder die Fehlausrichtung des jeweiligen Spiegels 1, 1', 1'' zu der Wandlervorrichtung 3 erkennbar ist. Die Sensoröffnungen 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' weisen rechteckige Querschnitte auf; Ver-

längerungen von Längsachsen der Sensoröffnungen 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' treffen sich im Mittelpunkt der Wandlervorrichtung 3.

Die Ausrichtung der Sensoröffnungen 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' zu den Spiegeln 1, 1', 1'' soll nun beispielhaft anhand des ersten Spiegels 1 und die diesem Spiegel 1 zugeordneten Sensoröffnungen 2b, 2c erläutert werden. Die Ausrichtung der weiteren Sensoröffnungen 2b', 2c', 2b'', 2c'' zu den jeweiligen weiteren Spiegeln 1', 1'' ist analog.

Die erste Sensoröffnung 2b ist so in Richtung eines ersten Randbereichs 1a des Spiegels 1 ausgerichtet, dass das von diesem ersten Randbereich 1a reflektierte Sonnenlicht bei einer optimalen Ausrichtung des Spiegels 1 durch diese erste Sensoröffnung 2b hindurch auf den darin vertieften angeordneten lichtempfindlichen Sensor 2d fällt, während die zweite Sensoröffnung 2c so in Richtung eines zweiten Randbereichs 1b des Spiegels 1 ausgerichtet ist, dass das von diesem zweiten Randbereich 1a reflektierte Sonnenlicht bei einer optimalen Ausrichtung des Spiegels 1 zu der Sonne 5 durch diese zweite Sensoröffnung 2c hindurch auf den darin vertieften angeordneten lichtempfindlichen Sensor 2d fällt. Die Längsachsen der beiden Sensoröffnungen 2b, 2c verlaufen demnach im Wesentlichen parallel oder koaxial zu den von den jeweiligen Randbereichen 1a, 1b reflektierten Lichtstrahlen.

Hierbei muss beachtet werden, dass die Spiegel 1, 1', 1'' dem Sonnenstand durch Schwenkbewegungen nachgeführt werden und sich dementsprechend die Positionen der Randbereiche 1a, 1b, 1a', 1b', 1a'', 1b'' im Laufe der Sonnenbewegung bezüglich der Sensorvorrichtung 2 innerhalb von Bewegungsbereichen ändern. Die Sensoröffnungen 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' müssen daher so gestaltet sein, dass das von den Randbereichen 1a, 1b, 1a', 1b', 1a'', 1b'' reflektierte Licht unabhängig von deren Position auf die lichtempfindlichen Sensoren 2d fällt, beispielsweise indem sich die Sensoröffnungen 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' ausgehend von den lichtempfindlichen Sensoren 2d in Richtung der Spiegel 1, 1', 1'' (geringfügig) aufweiten. Hierdurch haben die lichtempfindlichen Sensoren 2d immer direkte „Sichtverbindungen“ durch die

jeweiligen Sensoröffnungen 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' hindurch auf die jeweiligen Randbereiche 1a, 1b, 1a', 1b', 1a'', 1b''.

Wie in Fig. 1 durch die von der Sonne 5 ausgehenden und als gestrichelte Linien dargestellte Lichtstrahlen angedeutet, kann durch eine derartige Ausrichtung der Sensoröffnungen 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' zu den Spiegeln 1, 1', 1'' nur das von dem jeweiligen Randbereich 1a, 1a', 1a'' und 1b, 1b', 1b'' reflektierte Licht durch die jeweilige Sensoröffnung 2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'' bis zu den darin vertieft angeordneten lichtempfindlichen Sensoren 2d dringen, wodurch die Sensorvorrichtung 2 sehr robust im Bezug auf Störungen durch Streulicht ist. Dabei dringt, je optimaler einer der Spiegel 1, 1', 1'' zu der Wandlervorrichtung 3 ausgerichtet ist, mehr von diesem Spiegel 1, 1', 1'' reflektiertes Sonnenlicht auf die jeweiligen lichtempfindlichen Sensoren 2d. Eine Fehlausrichtung einer der Spiegel 1, 1', 1'' wird von der Nachführungseinrichtung 4 dadurch erkannt, dass die zwei einem Spiegel 1, 1', 1'' zugeordneten lichtempfindlichen Sensoren 2d unterschiedlich intensiv von reflektiertem Sonnenlicht bestrahlt werden, wobei anhand dieser Intensitätsunterschiede auf die Richtung geschlossen wird, in welche der jeweilige Spiegel 1, 1', 1'' dem Sonnenstand nachgeführt werden muss, um diesen optimal auf die Wandlervorrichtung 3 auszurichten.

Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform in dreidimensionaler Ansicht, welche entsprechend der Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform aus Fig. 1 ausgeführt ist. Gleiche Bauteile/Elemente sind daher mit gleichen Bezugszeichen versehen. Der Einfachheit halber ist hier lediglich einer von mehreren Spiegeln 1 gezeigt und die Wandlervorrichtung 3 geschnitten dargestellt.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, ist die Wandlervorrichtung 3 als ein mit Fluid gefülltes rohrförmiges Leitungssystem zur Erwärmung dieses Fluids ausgebildet. Die Sensorvorrichtung 2 ist dabei halbkreisförmig um die Wandlervorrichtung 3 zwischen dieser und dem Spiegel 1 (bzw. den Spiegeln) angeordnet, jedoch nur innerhalb eines kleinen Bereichs der Längsausdehnung der Wandlervorrichtung 3. Die Sensoröffnungen 11, weisen rechteckige Querschnitte auf, wobei längere Seiten der Quer-

schnitte parallel zu einer Längsachse 3a der Wandlervorrichtung 3 und parallel zu der Schwenkachse 4b des Spiegels 1 (bzw. den Schwenkachsen der Spiegel) verlaufen.

Bezugszeichen

1	erster Spiegel
1'	zweiter Spiegel
1''	dritter Spiegel
1a	erster Randbereich des ersten Spiegels 1
1b	zweiter Randbereich des ersten Spiegels 1
1a'	erster Randbereich des zweiten Spiegels 1'
1b'	zweiter Randbereich des zweiten Spiegels 1'
1a''	erster Randbereich des dritten Spiegels 1''
1b''	zweiter Randbereich des dritten Spiegels 1''
2	Sensorvorrichtung
2a	Sensorgehäuse
2b	erste Sensoröffnung des ersten Spiegels 1
2c	zweite Sensoröffnung des ersten Spiegels 1
2b'	erste Sensoröffnung des zweiten Spiegels 1'
2c'	zweite Sensoröffnung des zweiten Spiegels 1'
2b''	erste Sensoröffnung des dritten Spiegels 1''
2c''	zweite Sensoröffnung des dritten Spiegels 1''
2d	lichtempfindlicher Sensor
2e	Lichteinfallsöffnung
3	Wandlervorrichtung
3a	Längsachse der Wandlervorrichtung 3
4	Nachführungsvorrichtung
4a	Nachführungseinrichtung
4b	Schwenkachsen der Spiegel 1, 1', 1''
5	Sonne

Patentansprüche

1. Sensorvorrichtung (2) zur Erfassung des reflektierten Sonnenlichts mehrerer beweglicher Spiegel (1, 1', 1'') einer Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform, bei welcher die Spiegel (1, 1', 1'') mittels einer Nachführungsvorrichtung (4) so dem Sonnenstand nachgeführt werden, dass diese das Sonnenlicht gemeinsam auf eine Wandlervorrichtung (3), welche das Sonnenlicht in die andere Energieform wandelt, reflektieren, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorvorrichtung (2) für jeden der Spiegel (1, 1', 1'') eine erste und eine zweite diesem Spiegel (1, 1', 1'') zugeordnete Sensoröffnung (2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'') und jeweils einen darin vertieft angeordneten lichtempfindlichen Sensor (2d) aufweist.

2. Sensorvorrichtung (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensorgehäuse (2a) mit einer geraden Oberfläche oder einer konvex gekrümmten Oberfläche vorgesehen ist, in welcher die Sensoröffnungen (2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'') angeordnet sind.

3. Sensorvorrichtung (4) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoröffnungen (2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'') bohrungs- oder schlitzartig sind.

4. Sensorvorrichtung (4) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der lichtempfindlichen Sensoren (2d) als Fotodiode, insbesondere Infrarotfotodiode, oder CCD- oder CMOS-Sensor ausgeführt ist.

5. Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform, mit mehreren beweglichen Spiegeln (1, 1', 1''), mit einer Wandlervorrichtung (3) und mit der Sensorvorrichtung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Spiegel (1, 1', 1'') mittels einer Nachführungsvorrichtung (4) so dem Sonnenstand nachgeführt werden, dass diese das Sonnenlicht gemeinsam auf die Wandlervorrichtung (3), welche das Sonnenlicht in die andere Energieform wandelt, reflektieren; wobei die Sensorvorrichtung (2) zwischen den Spiegeln (1, 1', 1'') und der Wandler-

vorrichtung (3) angeordnet ist und jeweils die einem Spiegel (1, 1', 1'') zugeordneten Sensoröffnungen (2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'') so in Richtung dieses Spiegels (1, 1', 1'') ausgerichtet sind, dass das von diesem Spiegel (1, 1', 1'') reflektierte Sonnenlicht durch diese Sensoröffnungen (2b, 2c, 2b', 2c', 2b'', 2c'') hindurch auf die darin vertieft angeordneten lichtempfindlichen Sensoren (2d) fällt.

6. Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die erste der einem der Spiegel (1, 1', 1'') zugeordneten Sensoröffnungen (2b, 2b', 2b'') in Richtung eines ersten Randbereichs (1a, 1a', 1a'') dieses Spiegels (1, 1', 1'') gerichtet ist und die zweite der diesem Spiegel (1, 1', 1'') zugeordneten Sensoröffnungen (2c, 2c', 2c'') in Richtung eines zweiten Randbereichs (1b, 1b', 1b'') dieses Spiegels (1, 1', 1'') gerichtet ist, so dass das von dem ersten Randbereich (1a, 1a', 1a'') reflektierte Sonnenlicht durch die erste Sensoröffnung (2b, 2b', 2b'') auf den darin vertieft angeordneten lichtempfindlichen Sensor (2d) fällt und das von dem zweiten Randbereich (1b, 1b', 1b'') reflektierte Sonnenlicht durch die zweite Sensoröffnung (2c, 2c', 2c'') auf den darin vertieft angeordneten lichtempfindlichen Sensor (2d) fällt.

7. Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel (1, 1', 1'') durch Schwenken um im Wesentlichen vertikale Schwenkachsen (4b) dem Sonnenstand nachgeführt werden.

8. Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel (1, 1', 1'') durch Schwenken um im Wesentlichen horizontale Schwenkachsen (4b) dem Sonnenstand nachgeführt werden.

9. Vorrichtung zur Umwandlung von Sonnenlicht in eine andere Energieform nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoröffnungen (4a, 4b) schlitzzartig sind, mit im Wesentlichen rechteckigen Querschnitten und die längeren Seiten der Querschnitte parallel zu den Schwenkachsen (4b) verlaufen.

1 / 1

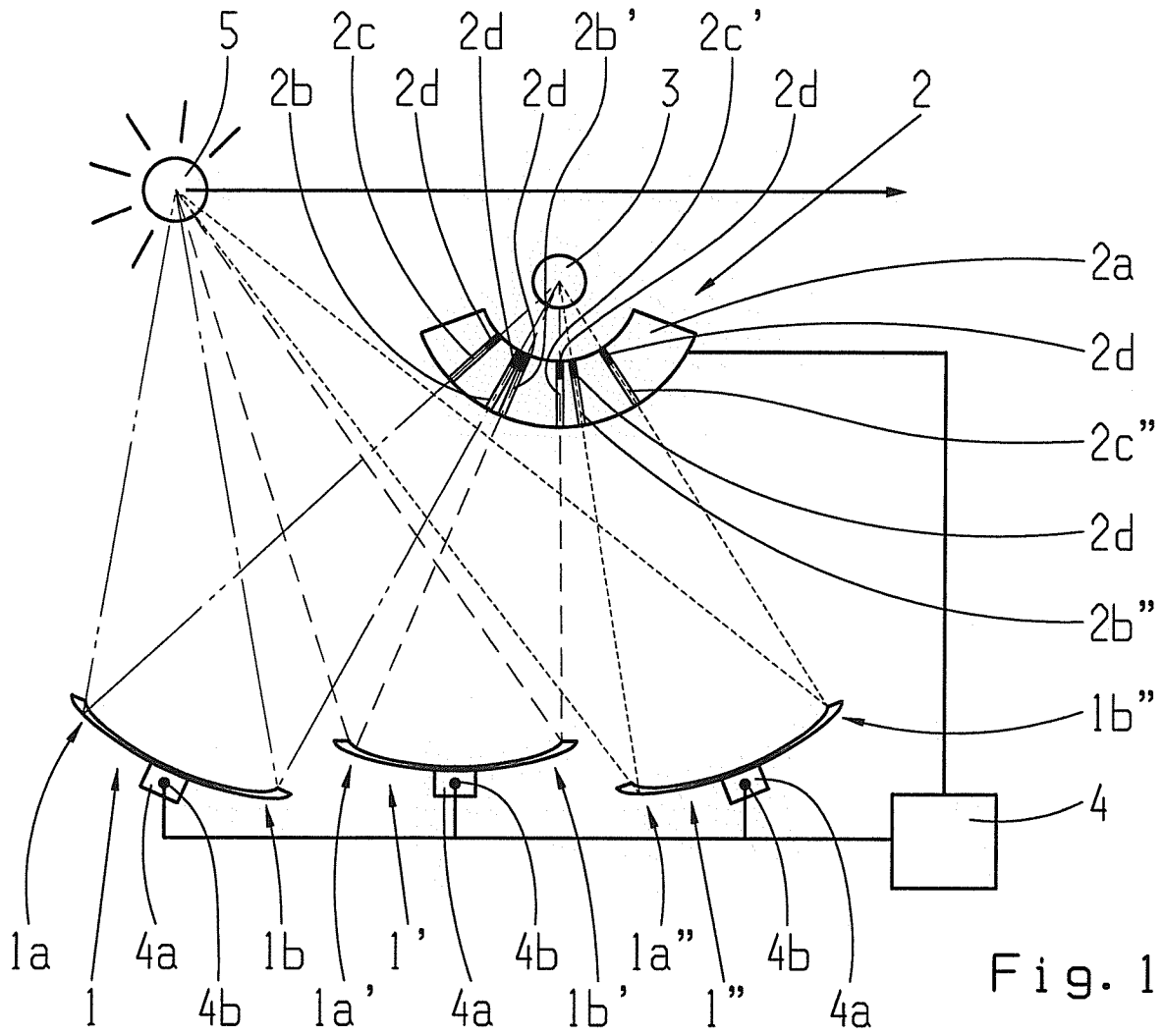


Fig. 1

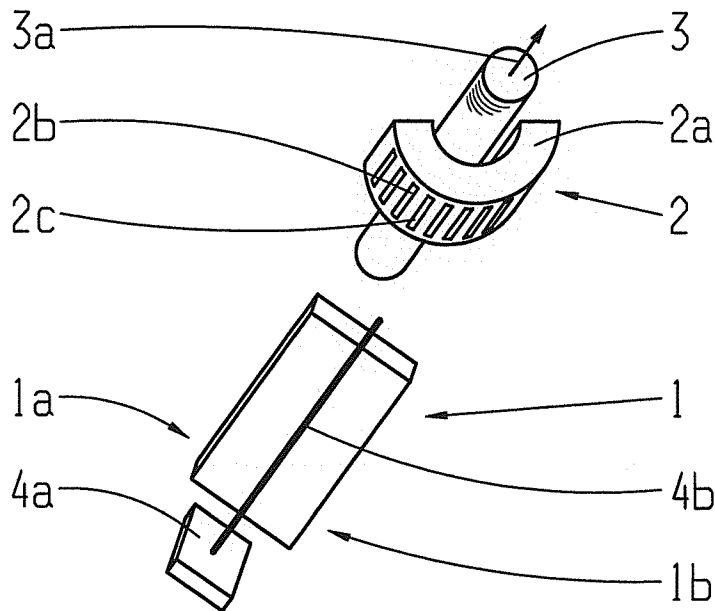


Fig. 2