



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2008 016 704 U1** 2009.04.16

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2008 016 704.3**

(22) Anmeldetag: **18.12.2008**

(47) Eintragungstag: **12.03.2009**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **16.04.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F24J 2/14 (2006.01)**  
**H01L 31/052 (2006.01)**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**SK Energy GmbH, 49124 Georgsmarienhütte, DE**

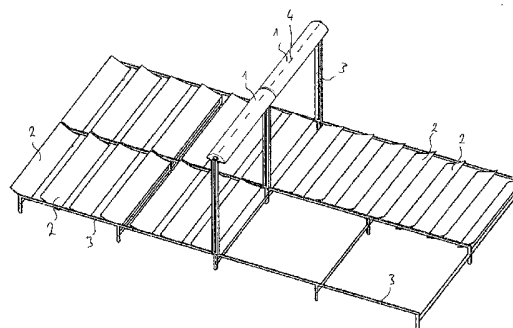
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Busse & Busse Patentanwälte, 49084 Osnabrück**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Solarmodul und Solaranlage**

(57) Hauptanspruch: Solarmodul für vorzugsweise thermische, Photovoltaik oder hochkonzentrierende Photovoltaik-Solaranlagen, umfassend zumindest einen Spiegel und eine Stützkonstruktion, die den Spiegel in seiner Form im Solarmodul (2) haltend stützt, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegel und die Stützkonstruktion eine zumindest zweischichtige Verbundkonstruktion ausbilden.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Solarmodul für vorzugsweise thermische, Photovoltaik oder hochkonzentrierende Photovoltaik-Solaranlagen, umfassend zumindest einen Spiegel und eine Stützkonstruktion, die den Spiegel in seiner Form im Solarmodul haltend stützt. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Solaranlage mit einem entsprechenden Solarmodul.

**[0002]** Solaranlagen wie solarthermische Kraftwerke fokussieren mittels ihrer einzelnen Solarmodule einfallendes Licht auf ein in der Brennpunktlinie eines Kollektors verlaufendes Absorberrohr, dessen Inhalt durch das von den Spiegeln reflektierte Sonnenlicht erhitzt wird. Dieses erhitzte Medium kann entweder direkt oder durch den Einsatz von Wärmetauschern indirekt zur Dampferzeugung genutzt werden. Aus dem Dampf wird mittels entsprechender Turbinen elektrische Energie erzeugt. Als Spiegel werden für die Solarmodule von Solaranlagen beispielsweise Glasspiegel verwendet, die segmentweise parabolisiert auf einer Metallunterkonstruktion montiert sind. Um die Montage auf der Stützkonstruktion zu ermöglichen, werden an der Rückseite der Glasspiegel Plastikhalter aufgeklebt, an die die Metallstangen der Stützkonstruktion angeschraubt werden. Diese Plastikhalter stützen den Spiegel ab, um ihn in seiner Form im Solarmodul zu halten. Mehrere Spiegel können in einem Solarmodul zusammengefasst werden und ergeben dieses mit Ihren jeweiligen Halterungen.

**[0003]** Nachteilig ist bei diesem Stand der Technik der aufwendig zu konstruierende Metallrahmen, der zumeist noch in Handarbeit gefertigt werden muss. Der oder die Spiegel der herkömmlichen Solarmodule sind schwer, was hohe Anforderungen an die Stützkonstruktion bzw. die entsprechende Tragkonstruktion, die Spiegel und Stützkonstruktion auch bei deren Nachführung sicher halten muss, stellt. Darüber hinaus weisen der Glasspiegel und der Metallrahmen sehr unterschiedliche Wärmekoeffizienten aus, die von den Verbindungsstücken auszugleichen bzw. aufzufangen sind.

**[0004]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein vorbeschriebenes Solarmodul hinsichtlich der beschriebenen Nachteile zu verbessern.

**[0005]** Die Aufgabe wird durch einen Gegenstand nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 gelöst, der gemäß seinem kennzeichnenden Teil weitergebildet ist. Des Weiteren wird die Aufgabe gelöst durch einen Gegenstand gemäß Anspruch 15.

**[0006]** Ein erfindungsgemäßes Solarmodul zeichnet sich dadurch aus, dass der Spiegel und die Stützkonstruktion eine zumindest zweischichtige Verbundkonstruktion ausbilden. Eine solche Verbundkon-

struktion ist freitragend bzw. selbststützend und verzichtet auf die punktuelle Aufnahme der Kräfte an den entsprechenden Tragstellen der segmentierten Glasspiegel. Vielmehr wird der vorzugsweise segmentlose Spiegel gleichmäßig über wesentliche Bereiche seiner Fläche abgestützt. Die Abstützung des Spiegel erfolgt entlang der vom Spiegel ausgebildeten Schicht gleichmäßig in der Fläche verteilt, wobei der Spiegel vorzugsweise eine erste Schicht und die Stützkonstruktion vorzugsweise eine zweite Schicht ausbildet. Die beiden Schichten sind als Verbundkonstruktion flächig aneinander angeordnet und so aneinander festgelegt, dass die Stützkonstruktion den Spiegel in seiner Form hält. Das erfindungsgemäße Solarmodul stellt somit einen sich selbst tragenden und seine Form währenden Solarspiegel dar. Der Solarspiegel benötigt keine weiteren Stützkonstruktionen um in seiner vorzugsweise parabolischen Form gehalten zu werden.

**[0007]** In einer Ausbildung als einheitliche Verbundkonstruktion kann der Spiegel als freitragender und sich selbst stützender Spiegel auch direkt mit einer entsprechenden, einerseits zum Reflektionsverhalten beitragenden und andererseits formwährenden Tragschicht ausgebildet sein. Die Tragkonstruktion ist in den Spiegel integriert. Vorzugsweise bildet die Spiegelschicht jedoch eine obere Decklage, während die Stützkonstruktion wenigstens eine untere Deckschicht ausbildet.

**[0008]** Die Schichten des Spiegels und der Stützkonstruktion liegen flächig aneinander, so dass große Teile der Spiegelschicht und insbesondere die Teile, die eine Stützung benötigen, von der formwährenden Schicht der Stützkonstruktion unterlegt sind. Vorzugsweise ist der zweischichtige Verbund über die gesamte Ober- oder Unterseite des Spiegels vorhanden.

**[0009]** Ein besonders leichtes Solarmodul wird erfindungsgemäß durch eine Ausbildung des Spiegels als Aluminiumspiegel geschaffen. Ein solcher hochreflektierender Aluminiumspiegel ist deutlich leichter als ein Glasspiegel und in der Lage mehr als 90% des einfallenden Sonnenlichts zu reflektieren. Unter Aluminiumspiegel wird hierbei ein gegebenenfalls beschichteter Spiegel mit einer tragenden Lage aus Aluminium verstanden. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung des Spiegels als obere Decklage der Verbundkonstruktion, die durch die zumindest eine weitere Schicht den Spiegel in der ein Solarmodul benötigten Form halten kann.

**[0010]** Besonders vorteilhaft ist eine Sandwich-Bauweise des Solarmoduls mit einer wenigstens dreischichtigen Verbundkonstruktion mit einer oberen Decklage, einer unteren Decklage und einem dazwischen eingebetteten Kernmaterial als dritter Schicht. Eine solche Sandwich-Bauweise führt zu einem sehr

form- und biegesteifen Solarmodul, welches ohne herkömmliche Stützkonstruktionen aus Stahl Spiegelflächen vom mehr als beispielsweise  $5 \text{ m}^2$  aufweist.

**[0011]** Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von Aluminium für sämtliche Schichten des Solarmoduls. Während beispielsweise ein Aluminiumspiegel als obere Deckschicht ausgebildet ist, kann die untere Decklage ebenfalls aus einem Aluminiumblech hergestellt sein. Beide Aluminiumbleche sind dann durch ein dazwischen eingebettetes Kernmaterial ebenfalls aus Aluminium verbunden. Die Bestandteile des Solarmoduls haben hierdurch identische Dehnungseigenschaften, die Spiegel können in Serie maschinell gefertigt werden und sind unempfindlich für Korrosion und Feuchtigkeit. Die tragende Schicht, die als Stützschiicht zwischen oberer und unterer Decklage angeordnet ist, ist insbesondere in einer Wellenstruktur für gebogene Spiegelkonstruktion geeignet. Eine Wellenstruktur bietet sich als strukturelle Aussteifung bei insbesondere gebogenen Solarmodulen an, da sie auf einfache und wirkungsvolle Weise den Aluminiumspiegel aussteifen.

**[0012]** Statt der Verwendung von Aluminium kann auch ein in ähnlicher Weise korrosionsbeständiges Material wie beispielsweise galvanisierter Stahl oder Legierungen von Aluminium mit anderen Elementen verwendet werden.

**[0013]** Neben einer im Querschnitt wellenförmigen Kernstruktur kann alternativ oder ergänzend auch eine Kernstruktur vorgesehen sein, die nach Art von längsgestreckten Waben, d. h. sechseckig, ausgebildet ist. Diese Kernstruktur ist ebenfalls sehr form- und biegestabil, wobei die formgebende Zwischenschicht aus dem Wabenmaterial insbesondere auszufräsen ist.

**[0014]** Auch anders, regelmäßig strukturiertes Kernmaterial kann sinnvoll verwendet werden, sofern es wie die wellenförmige oder wabenförmige Zwischenschicht gut die aufzufangenden Kräfte verteilen.

**[0015]** Die Längserstreckung entlang der Kämme der Wellenstruktur ist genauso wie die Längserstreckung der Waben vorzugsweise in Längserstreckung des Solarmoduls anzuordnen, d. h. sie verlaufen quer zur Krümmung der vorzugsweise einfach und parabolisch gekrümmten Schale.

**[0016]** Vorzugsweise wird ein erfindungsgemäßes Solarmodul durch Verkleben der Verbund- oder Sandwich-Schichten hergestellt. Beispielsweise wird mittels eines thermischen Klebverfahrens die wellenförmige oder wabenförmige tragende Schicht aus Kernmaterial auf die untere Deckplatte oder -lage aufgebracht, die Krümmung der Schalen kann dann

in einem einfachen maschinellen Schritt dem gewünschten Profil des Solarmoduls angepasst werden. Anschließend ist ein Aluminiumspiegel in einem weiteren Arbeitsschritt auf das Kernmaterial aufzulegen, wobei die gesamte Verbundkonstruktion mit den noch nicht fest aneinander angeklebten Schichten in eine vorgegebene Form gepresst wird. Aus dieser ist nach dem Aushärten des Klebstoffes der selbsttragende Aluminiumspiegel entnehmbar.

**[0017]** Die Stützkonstruktion ist vorzugsweise mittels eines Stellmittels zur Anordnung des Spiegels an einem Traggestell ausgebildet. Aufgrund der Leichtbauweise des Solarmoduls muss dieses deutlich weniger stark ausgelegt. Das Stellmittel zur beweglichen Anordnung des Solarmoduls an dem Traggestell umfasst beispielsweise ein hydraulisch steuerbares Verstellsystem.

**[0018]** In einer weiteren Ausbildung umfasst die Verbundkonstruktion einen hoch reflektierenden Aluminiumspiegel als obere Deckschicht, eine stabilisierende Fiberglasunterseite als untere Decklage sowie einen dazwischen angeordneten faserhaltigen Fiberglasschaum, der ebenfalls eine stabile, selbsttragende Solarmoduleinheit ergibt.

**[0019]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführung mit lediglich zwei Schichten kann der Aluminiumspiegel eine obere Decklage ausbilden, während die Kräfte aufnehmende und verteilende zweite Schicht der Stützkonstruktion mit einem wellenförmigen Querschnittsprofil versehen ist. Je nach Einsatzbereich des Spiegels und Größe desselben ist eine solche zweischichtige Verbundkonstruktion ausreichend stabil.

**[0020]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung lassen sich der nachfolgenden Figurenbeschreibung entnehmen. Schematisch dargestellt zeigt:

**[0021]** Fig. 1 eine erfindungsgemäße Solaranlage,

**[0022]** Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Solarmodul,

**[0023]** Fig. 3 den Gegenstand nach Fig. 2 in einer weiteren Ausgestaltung,

**[0024]** Fig. 4 einen Ausschnitt aus der Solaranlage gemäß Fig. 1,

**[0025]** Fig. 5 den Gegenstand nach Fig. 2 in einem Ausschnitt,

**[0026]** Fig. 6 einen Ausschnitt aus einem weiteren erfindungsgemäßen Solarmodul,

**[0027]** Fig. 7 einen Ausschnitt aus einem weiteren erfindungsgemäßen Solarmodul.

[0028] Gleich oder ähnlich wirkende Teile sind – sofern dienlich – mit identischen Bezugsziffern versehen. Einzelne technische Merkmale der nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele können auch mit den Merkmalen der vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele zu erfindungsgemäßen Weiterbildungen führen.

[0029] Eine Solaranlage gemäß Fig. 1 umfasst zwei Receiver 1, die von einer Vielzahl erfindungsgemäßer Solarmodule 2 reflektiertes Sonnenlicht aufnehmen. Die Solarmodule 2 sind in zwei Reihen an einem Traggestell 3 angeordnet, welches beidseitig einer Längsachse 4 angeordnet ist. Die form- und biegesteifen Solarmodule 2 können unter Verzicht auf komplexe Trag- bzw. Unterkonstruktionen direkt mittels Stellmitteln an dem Traggestell 3 befestigt werden. Die gesamte Solaranlage ist somit einerseits insgesamt leichter, andererseits jedoch auch aufgrund der verminderten Anzahl an miteinander zu verbindenden Teilen deutlich schneller aufzubauen.

[0030] Ein erfindungsgemäßes Solarmodul 2 ist in Fig. 2 näher erläutert und umfasst einen Aluminiumspiegel als obere Decklage 6, ein Aluminiumblech als untere Decklage 7 sowie ein mit einem Wellenprofil strukturiertes Kernmaterial 8 ebenfalls aus Aluminium. Die so gebildete Verbundkonstruktion ist selbsttragend und formbeständig, was insbesondere für den gezeigten parabolförmigen Spiegel vorteilhaft ist. Dieser kann unter Verzicht auf aufwendige Stützkonstruktionen direkt an dem Traggestell 3 angeordnet werden.

[0031] Die Dicke der Schichten ist je nach Anwendung variabel. Bevorzugt liegt die Dicke der beispielsweise rund 95% des einfallenden Sonnenlichts reflektierenden Aluminiumspiegelschicht zwischen 0,5 und 0,8 mm. Die Dicke der unteren Decklage 7 beträgt ebenfalls vorzugsweise 0,5 bis 0,8 mm. Die Dicke des wellenförmigen Profils 8 liegt ebenfalls bei 0,5 mm, womit jedoch die Dicke des Materials und nicht die Dicke der Schicht betrachtet zwischen Wellenberg und Wellental zu verstehen ist. Vorzugsweise werden die Solarmodule als krümmungslose, gerade Solarmodule oder mit einem Brennpunkt zwischen 2,5 und 14 m hergestellt. Das Gewicht der in Sandwich-Bauweise hergestellten Solarmodule beträgt vorzugsweise zwischen 4 und 10 kg/m<sup>2</sup>, vorzugsweise zwischen 4 und 6 insbesondere 5 bis 6 kg/m<sup>2</sup>. Die Dicke der Verbundkonstruktion insgesamt beträgt zwischen 0,5 und 1,5 cm, vorzugsweise in etwa 1 cm. Solarspiegel aus dieser leichten Sandwich-Bauweise können ohne Weiteres auch größeren Windlasten, wie sie beispielsweise in Wüstenregionen vorkommen können, standhalten.

[0032] Das Solarmodul gemäß Fig. 3 hat gegenüber dem Solarmodul gemäß Fig. 2 eine etwas andere Form. Die Dicke der Verbundkonstruktion gemäß

Fig. 3 variiert, um in dem Außenbereich des Spiegels hin zu seinen Kanten weniger Material zu verbrauchen und leichter zu werden. Insofern ist die Dicke der Mitte im Bereich der Längsachse 9 größer als an den Seitenkanten 11.

[0033] Gemäß Fig. 4 handelt es sich bei dem erfindungsgemäßen Solarmodul 2 um eine selbsttragende Konstruktion, die über Stellmittel 12 direkt an dem Traggestell 3 angeordnet werden kann. Mittels der Stellmittel 12 erfolgt eine Sonnennachführung während des Tages- und ggf. während des Jahreszyklus. Die in Sandwich-Bauweise hergestellten Solarmodule 2 bzw. Aluminiumspiegel sind hierbei ausreichend steif und wetterfest, um den Anforderungen in klimatisch sehr wechselhaften Regionen standzuhalten.

[0034] Fig. 5 offenbart einen Ausschnitt des erfindungsgemäßen Solarmoduls gemäß Fig. 2, wobei die während der Herstellung des Moduls 2 angebrachten Verklebungen 13 etwas überproportioniert dargestellt sind. Durch die Aushärtung der Verklebungen 13 zwischen den Extrema des Wellenprofils 8 und der unteren Deckschicht 7 sowie der oberen Decklage 6, die sich in einer bestimmten Relativposition zueinander befinden entsteht die gemäß Fig. 2 gezeigte Parabolform.

[0035] In der Variante gemäß Fig. 6 ist eine Ausbildung mit einem wabenförmigen Kernmaterials 7 offenbart. Die nur teilweise angedeuteten Längsachsen 14 des wabenförmigen Materials laufen hierbei parallel zu der Längsachse 9 des beispielsweise in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiels.

[0036] Eine Vorzugsrichtung des Kernmaterials bzw. der Zwischenschicht ist der Ausführung gem. Fig. 7 nicht entnehmbar. Als Kernmaterial 8 wird bei diesem Ausführungsbeispiel eine Schicht aus Fasern 15 umfassenden Fiberglas-Schaum und als untere Decklage 7 eine Schicht aus Fiberglas verwendet.

### Schutzansprüche

1. Solarmodul für vorzugsweise thermische, Photovoltaik oder hochkonzentrierende Photovoltaik-Solaranlagen, umfassend zumindest einen Spiegel und eine Stützkonstruktion, die den Spiegel in seiner Form im Solarmodul (2) haltend stützt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spiegel und die Stützkonstruktion eine zumindest zweischichtige Verbundkonstruktion ausbilden.

2. Solarmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegel als Aluminiumspiegel ausgebildet ist.

3. Solarmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegel

die obere Decklage (6) der Verbundkonstruktion ausbildet.

4. Solarmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens dreischichtige Verbundkonstruktion eine obere Decklage (6), eine untere Decklage (7) und als dritte Schicht ein dazwischen eingebettetes Kernmaterial (8) aufweist.

5. Solarmodul nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Kernmaterial (8) eine regelmäßige Struktur aufweist, die vorzugsweise wellen- oder wabenförmig ausgebildet ist.

6. Solarmodul nach einem Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Decklagen (6, 7, 8) ein Aluminiumblech umfasst.

7. Solarmodul nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur des Kernmaterials (8) aus Aluminium besteht.

8. Solarmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegel eine wenigstens einfach gekrümmte Schale ausbildet.

9. Solarmodul nach Anspruch 8 und zumindest Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Kämme der Wellenstruktur in Richtung der Längserstreckung des Solarmoduls (2) erstrecken.

10. Solarmodul nach Anspruch 8 und zumindest Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Längsachsen der Waben in Richtung der Längserstreckung des Solarmoduls (2) erstrecken.

11. Solarmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützkonstruktion zur Anordnung des Spiegels an einem Traggestell (3) ausgebildet ist.

12. Solarmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Solarmodul (2) wenigstens ein Stellmittel (12) zur beweglichen Anordnung des Solarmoduls (2) an einem Traggestell (3) aufweist.

13. Solarmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Dicke der Verbundkonstruktion zu einer Seite (11) hin verringert.

14. Solarmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbundkonstruktion eine Schicht (7) aus Fiberglas und/oder eine Schicht (8) aus faserhaltigem Fiberglas-Schaum aufweist.

15. Solaranlage mit wenigstens einem Solarmodul (2), welches zur Reflektion von Sonnenlicht auf einen Receiver (1) ausgebildet ist und welches auf einem Traggestell (3) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Solarmodul (2) nach einem der vorherigen Ansprüche ausgebildet ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

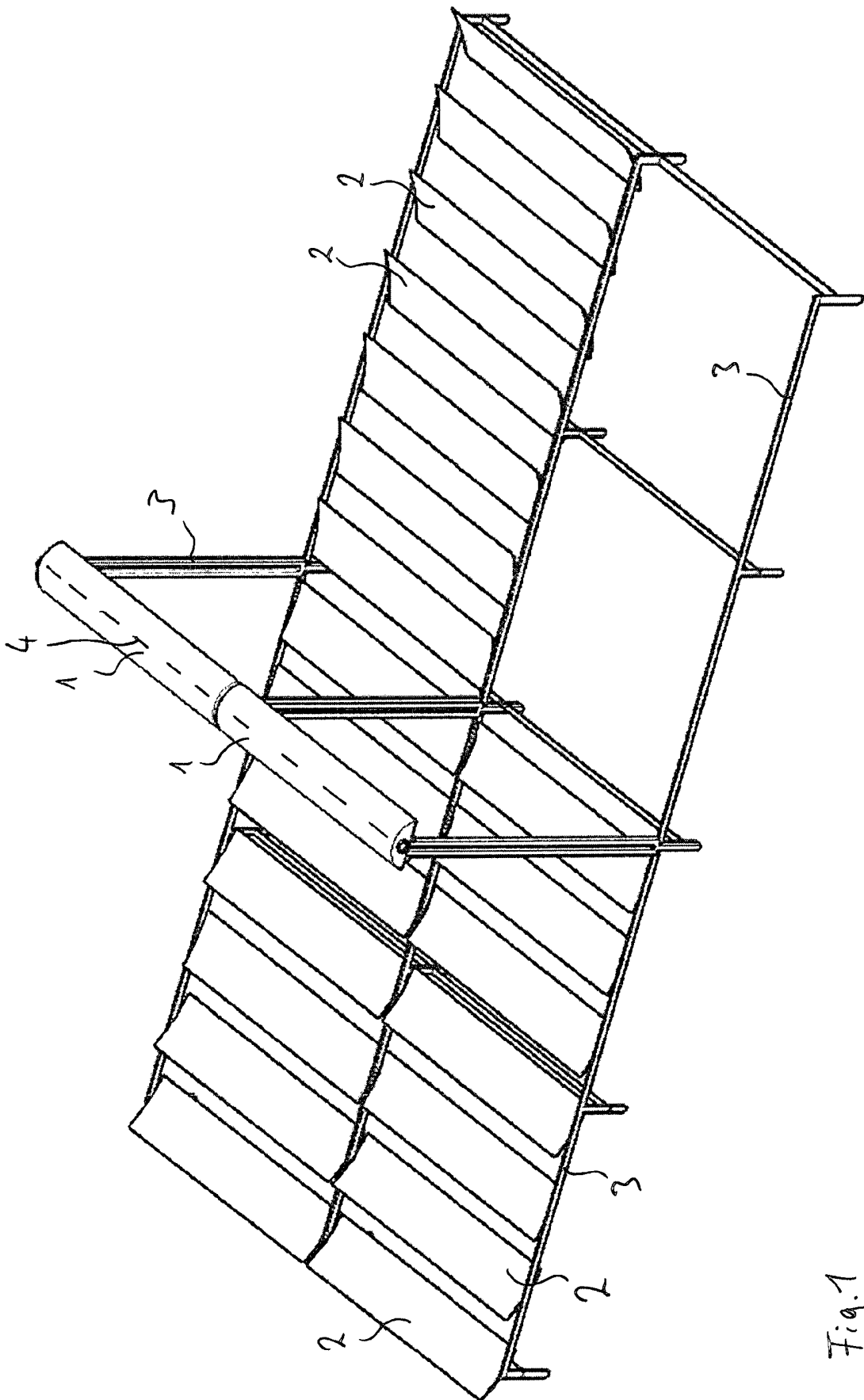


Fig. 1

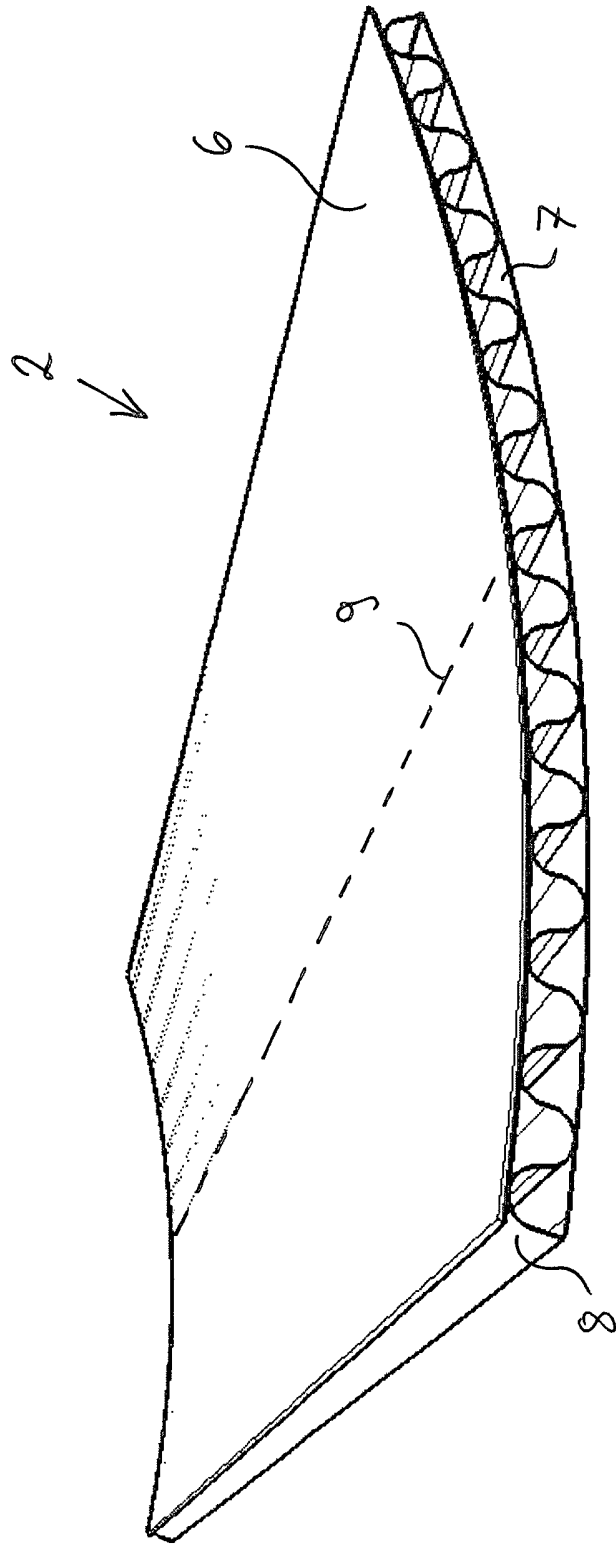


Fig. 2

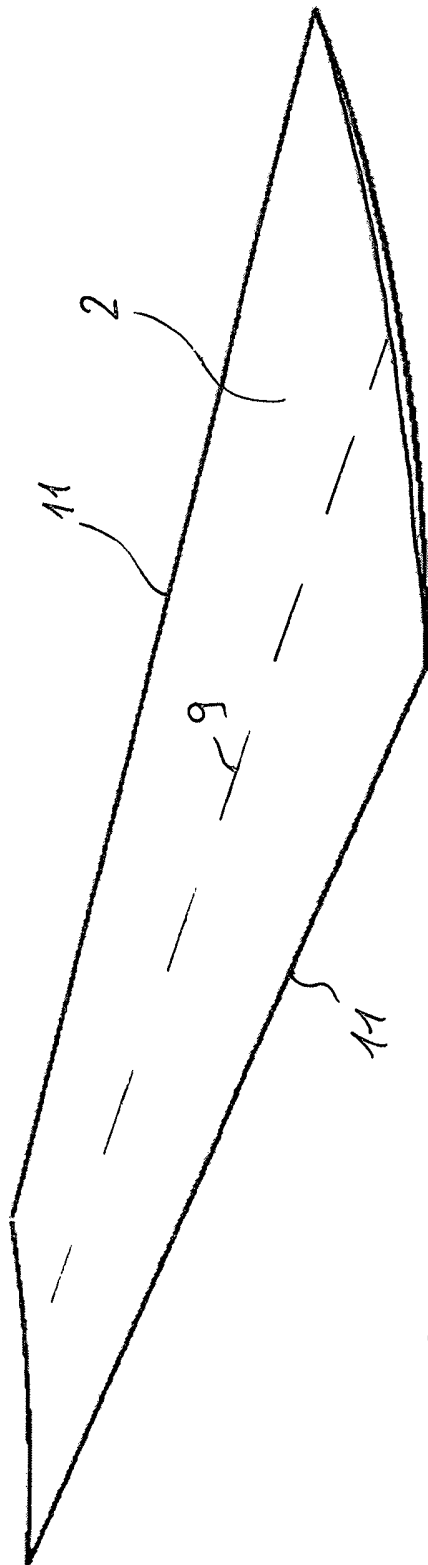


Fig. 3

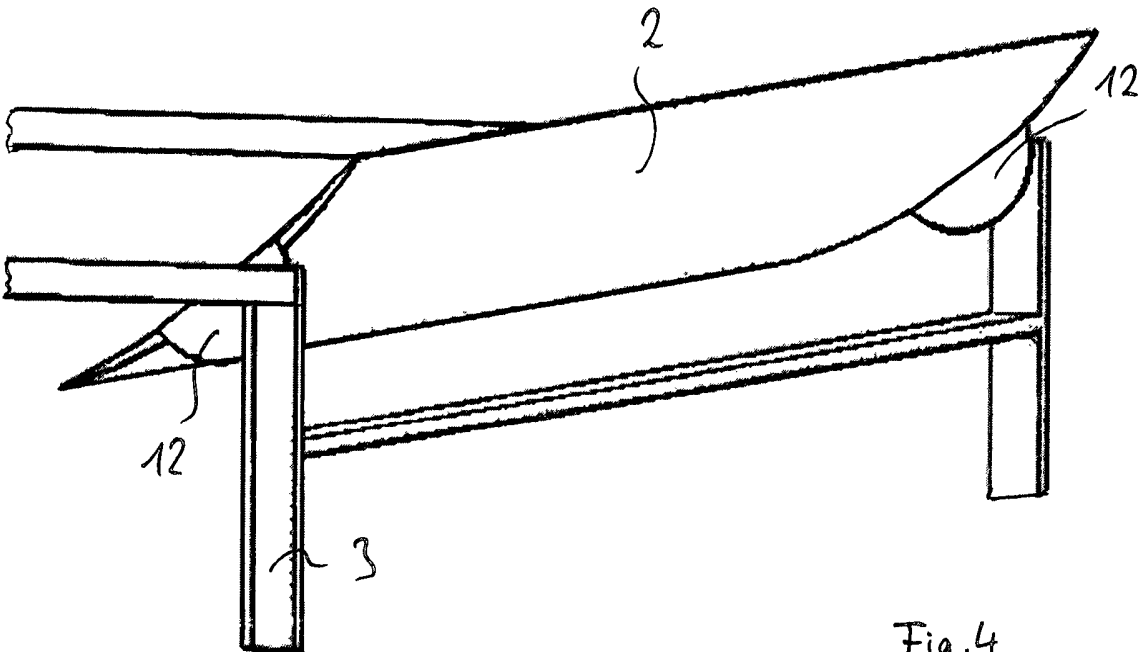
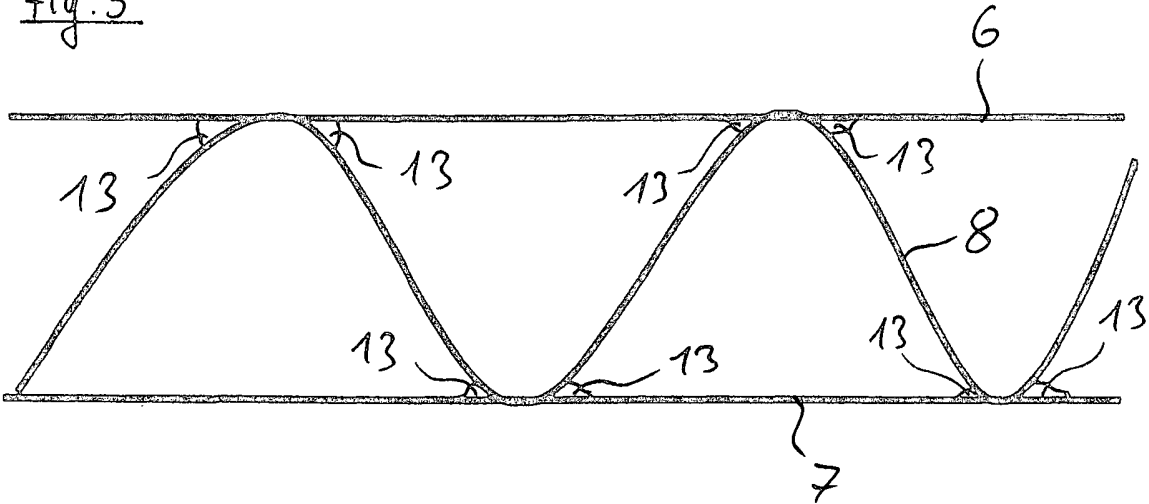
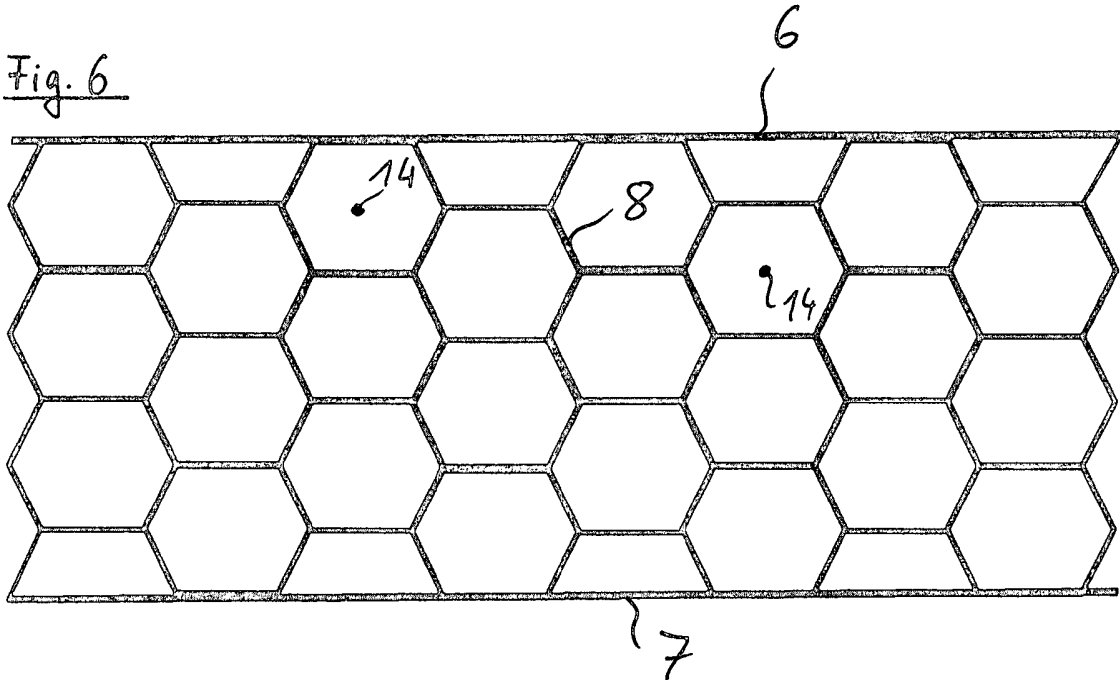


Fig.4

Fig. 5





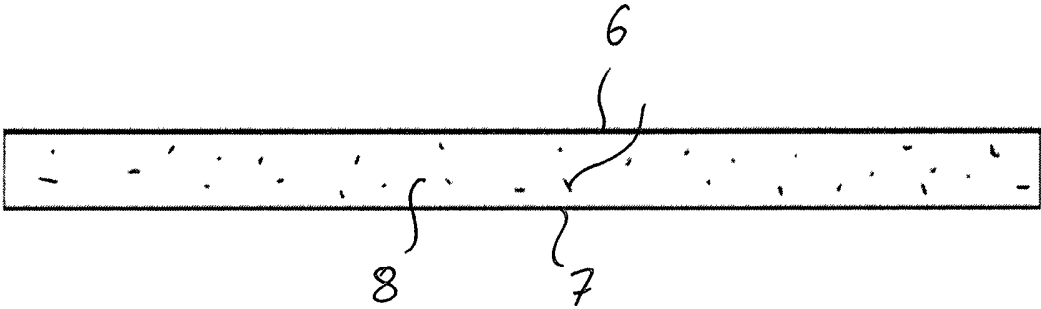


Fig. 7