

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 716 320 B1

(51) Int. Cl.: H02S 40/42 (2014.01)
H02S 40/44 (2014.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00647/20

(22) Anmeldedatum: 02.06.2020

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.12.2020

(30) Priorität: 04.06.2019
DE 10 2019 115 076.0

(24) Patent erteilt: 28.02.2023

(45) Patentschrift veröffentlicht: 28.02.2023

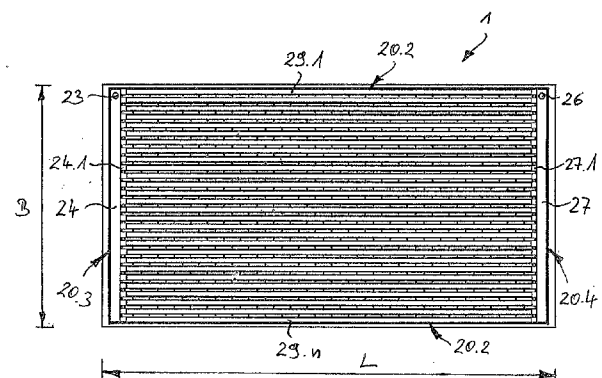
(73) Inhaber:
PVT Solar AG, Dorfstrasse 45
6035 Perlen (CH)

(72) Erfinder:
Michael Geissbühler c/o. PVT Solar AG, 6037 Root (CH)

(54) Photothermie-Modul, Photothermie-Modulfeld sowie diesbezügliches Betriebsverfahren und Verwendung.

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Photothermie-Modul (1), welches sich gegenüber gattungsbildenden Photothermie-Modulen **dadurch** auszeichnet aus, dass ein Kühlmittelanschluss (23) einer Zulaufleitung (24) benachbart der gleichen Längsseite (20.2) wie ein Kühlmittelanschluss (26) einer Ablaufleitung (27) ausgebildet ist, der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe (24.1, 27.1) zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Zu- (24) oder Ablaufleitungen (27) für Kühlmittel ein Verhältnis zwischen 1 : 3 und 1 : 10 aufweist, und der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe (24.1, 27.1) zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Längsleitungen (29.1 - 29.n) ein Verhältnis zwischen 1 : 1,5 und 1 : 2,5 aufweist.

Die vorliegende Erfindung eignet sich hervorragend für den Verbau in sog. Integraldächern und/oder als Solar- oder Solar/Luft-Absorber in sogenannten Eisspeicher-Wärmetauscher-Systemen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Photothermie-Modul mit zwei Längs- und zwei Querseiten, wobei die Längsseiten des Photothermie-Moduls parallel zu den Längsseiten des von ihm umfassten Kühlkörpers verlaufen und wobei die Querseiten des Photothermie-Moduls parallel zu den Querseiten des von ihm umfassten Kühlkörpers verlaufen. Sie betrifft auch ein Photothermie-Modulfeld, also eine Ansammlung von Photothermie-Modulen, die zumindest thermisch miteinander verbunden sind. Die Photothermie-Module können darüber hinaus auch elektrisch miteinander verbunden sein. Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Betrieb eines Photothermie-Modulfelds nebst Verwendung.

[0002] Ein Photothermie-Modul wird auch als Hybridkollektor oder PVT (photovoltaisch-thermischer) Kollektor bezeichnet. Dabei wird die Photovoltaik, bei der die Lichtenergie der Sonne mittels Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt wird, kombiniert mit der Solarthermie, bei der die Sonnenenergie in thermische Energie umwandelt wird. Mit einem solchen kombinierten Modul kann man die Solarthermie zur Wärmeerzeugung und die Photovoltaik zur Stromerzeugung nutzen. Ein Photothermie-Modul beziehungsweise ein Photothermie-Modulfeld kann beispielsweise zur Energieversorgung eines Gebäudes benutzt werden.

[0003] Aus der WO 2015/167389 A1 ist ein Photothermie-Modul bekannt welches aus einer Kühler/Absorber-Einheit und einer Photovoltaik-Einheit besteht. Die Kühler/Absorber-Einheit umfasst dabei wenigstens eine plane Oberfläche mit erhöhten äußeren Randern und kann dadurch als Form für die photovoltaische Laminatstruktur fungieren. Eine derartige Kühler/Absorber-Einheit ermöglicht das direkte Aufbringen eines flüssigen Laminatmaterials zur Herstellung der Photovoltaik-Einheit auf die Kühler/Absorber-Einheit. Das Laminatmaterial kann sich dadurch besser mit der Kühler/Absorber-Oberfläche verbinden, wodurch die Photovoltaik-Einheit gegenüber Schäden durch thermische Expansion geschützt ist. Weitere derartige Photothermie-Module sind beispielsweise aus der EP 2 643 856 B1 (vgl. auch US 2016/0079460 A1) oder der CH 712 171 A2 bekannt.

[0004] Die bekannten Photothermie-Module setzen in einem Photothermie-Modulfeld eine jeweils parallele Verschaltung nach dem sog. „Tichelmann“-Prinzip voraus, demnach das Kühlmedium überall etwa die gleiche Gesamtlänge an (Rohr-)Leitungen zurücklegen muss. Die Anbindung mehrerer Photothermie-Module nach „Tichelmann“ bedeutet, dass die Druckverlustbeiwerte (Zeta-Werte) der Formstücke der (Rohr-)Leitungen zum parallelen Anschluss mehrerer gleicher Photothermie-Module (in der Regel) in der Summe je Photothermie-Modul gleich sind, damit eine gleichmäßige Durchströmung gewährleistet wird. Versuche, mehrere bekannte Photothermie-Module seriell zu einem Photothermie-Modulfeld zu verschalten ergaben, dass schon ab drei seriell verschalteten Photothermie-Modulen keine zufriedenstellende Strömungsverteilung mehr über die seriell verschalteten Photothermie-Module sichergestellt werden konnte. Dem Vorteil einer gleichmäßigen Strömungsverteilung mehrerer parallel verschalteter Photothermie-Module aber steht ein verhältnismäßig erhöhter Material- und Montageaufwand nebst damit verbundener Kosten als Nachteil gegenüber.

[0005] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Photothermie-Modul bereitzustellen, welches eine serielle Verschaltung mehrerer Photothermie-Module zu einem Photothermie-Modulfeld gestattet, ohne unzulängliche Strömungsverteilungen aufzuweisen. Insbesondere soll die serielle Verschaltung mehrerer verbesserter Photothermie-Module zu einem Photothermie-Modulfeld weniger Material- und Montageaufwand erfordern und vorzugsweise auch für sog. Integraldachmontagen geeignet sein, bei den höherliegende Photothermie-Module tieferliegende Photothermie-Module teilweise überlappen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Photothermie-Modul mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch ein Photothermie-Modulfeld mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 sowie durch ein Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 nebst Verwendungen mit den Merkmalen der Patentansprüche 14 bzw. 15 gelöst.

[0007] Das erfindungsgemäße Photothermie-Modul umfasst ein Photovoltaikmodul und einen Kühlkörper mit einem Absorberblech und einem Leitungsblech. Eine Zulaufleitung für Kühlmittel erstreckt sich an einer der Querseiten des Kühlkörpers und weist an einem Ende der Zulaufleitung einen Kühlmittelanschluss auf. Eine Ablaufleitung für das Kühlmittel erstreckt sich an der anderen Querseite des Kühlkörpers und weist an einem Ende der Ablaufleitung einen Kühlmittelanschluss auf. Zudem sind mehrere, aus dem Absorberblech und dem Leitungsblech gebildete, nebeneinander angeordnete Längsleitungen vorgesehen, welche die Zulaufleitung mit der Ablaufleitung kreuzungsfrei verbinden. Sowohl zwischen der Zulaufleitung für Kühlmittel und den Längsleitungen als auch zwischen den Längsleitungen und der Ablaufleitung für Kühlmittel ist jeweils ein als Drossel wirkender Durchlass ausgebildet. Ein als Drossel wirkender Durchlass zwischen der Zulaufleitung für Kühlmittel und den Längsleitungen sorgt vorteilhaft für eine annähernd gleiche Druckbeaufschlagung der Längsleitungen mit Kühlfüssigkeit. Ebenso sorgt ein als Drossel wirkender Durchlass zwischen den Längsleitungen und der Ablaufleitung für Kühlmittel vorteilhaft für eine annähernd gleiche Expansion der Kühlfüssigkeit aus den Längsleitungen in die Ablaufleitung

[0008] Das erfindungsgemäße Photothermie-Modul zeichnet sich gegenüber gattungsbildenden Photothermie-Modulen dadurch aus, dass der Kühlmittelanschluss der Zulaufleitung benachbart der gleichen Längsseite wie der Kühlmittelanschluss der Ablaufleitung ausgebildet, der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Zu- oder Ablaufleitungen für Kühlmittel ein Verhältnis zwischen 1 : 3 und 1 : 10 auf-

weist, und der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Längsleitungen ein Verhältnis zwischen 1 : 1,5 und 1 : 2,5 aufweist.

[0009] Erst die Einstellung der jeweilige Kanalquerschnitte der als Drossel wirkenden Durchlässe zu den jeweiligen Kanalquerschnitten der Zu- oder Ablaufleitungen für Kühlmittel auf ein Verhältnis zwischen 1 : 3 und 1 : 10 sowie die Einstellung der jeweilige Kanalquerschnitte der als Drossel wirkenden Durchlässe zu den jeweiligen Kanalquerschnitten der Längsleitungen auf ein Verhältnis zwischen 1 : 1,5 und 1 : 2,5 ermöglicht vorteilhaft dass die Kühlmittelanschlüsse nicht diagonal gemäß dem „Tichelmann“-Prinzip sondern benachbart der gleichen Längsseite angebracht werden dürfen, was die serielle Montage zu Photothermie-Modulfeldern mit hinreichend guter Strömungsverteilung über mehrere Photothermie-Module vereinfacht.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung, welche einzeln oder in Kombination miteinander einsetzbar sind, sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung hat sich bewährt, wenn der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Zu- oder Ablaufleitungen für Kühlmittel ein Verhältnis von etwa 1 : 5 aufweist.

[0012] Ebenso hat sich in einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung bewährt, wenn der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Längsleitungen ein Verhältnis von etwa 1 : 2 aufweist.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung hat sich bewährt, wenn die Zulaufleitung und/oder die Ablaufleitung für Kühlmittel an ihrer dem Photovoltaik-Modul zugewandten Seite flach ausgebildet und an ihrer gegenüberliegenden, dem Photovoltaik-Modul abgewandten Seite gebogen, insbesondere korbogenförmig, ausgebildet ist. Entsprechend können in einer Weiterbildung der Erfindung die Längsleitungen an ihrer dem Photovoltaik-Modul zugewandten Seite flach ausgebildet und an ihrer gegenüberliegenden, dem Photovoltaik-Modul abgewandten Seite gebogen, insbesondere korbogenförmig, ausgebildet ist. Eine an ihrer dem Photovoltaik-Modul zugewandten Seite - also der Seite, die mit dem Photovoltaik-Modul in direktem Kontakt steht - flach ausgebildete Längsleitung, Zu- und/oder. Ablaufleitung ermöglicht eine bessere Wärmeübertragung zwischen Photovoltaik-Modul und den Längsleitungen bzw. der Zu- und/oder Ablaufleitung aufgrund des besseren Oberflächenkontakts planer Flächen. Längsleitungen, Zu- bzw. Ablaufleitungen, die an ihrer gegenüberliegenden, dem Photovoltaik-Modul abgewandten Seite gebogen, insbesondere korbogenförmig, ausgebildet sind, weisen bessere Strömungseigenschaften auf.

[0014] Dabei können im Kühlkörper vorzugsweise zwischen zehn und fünfzig oder besonders bevorzugt dreißig plus/minus eins bis drei oder insbesondere achtundzwanzig Längsleitungen ausgebildet sein.

[0015] In der Praxis gestattet dies die bevorzugte Ausgestaltung eines Photothermie-Moduls, bei welchem der Sammelkanal der Zu- bzw. Ablaufleitungen mit einem (möglichst grossen) Querschnitt von beispielsweise ca. 40 × 4 mm, die Längskanäle bzw. -leitungen einen hohen Gesamtquerschnitt von beispielsweise 28 Kanälen mit jeweils ca. 20 × 3 mm; und die als Drossel wirkenden Übergängen den Querschnitt der Längskanäle bzw. -leitungen auf 28 Kanäle mit jeweils ca. 20 × 1,5 mm verringert, um die Längsleitungen näherungsweise gleichmässig mit Kühlmittel von der Zulaufleitung einzuspeisen bzw. in die Ablaufleitung auszuspeisen.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung kann der Kanalquerschnitt von Längsleitungen gleichmäßig oder ungleichmäßig ausgebildet sein. Ein gleichmäßiger Kanalquerschnitt der Längsleitungen fördert laminare Strömungen (in den Längsleitungen zwischen den Drosseln) und geringstmögliche Druckverluste; ungleichmäßige Kanalquerschnitte, insbesondere durch darin eingebrachte Strömungshindernisse hinsichtlich derer Ausgestaltungsalternativen vollumfänglich auf die Ausführungsbeispiele in Fig. 3, 4 und 10 der CH 712 171 A2 nebst dazugehöriger Beschreibung verwiesen sei, fördern eine turbulente Strömung und intensivere Wärmetauschbedingungen. Wichtig in beiden Ausgestaltungen ist ein gut abgestimmtes Verhältnis möglichst geringer Gesamtströmungswiderstände zu damit einhergehenden Druckverlusten, um möglichst viele Photothermie-Modulen mit einer weitgehend gleichmäßigen Strömungsverteilung seriell verschalten zu können, ohne auf vergleichsweise höher auszuliegende Pumpenleistungen zurückgreifen zu müssen.

[0017] Zur weiteren Vergleichmäßigung der Strömungsverteilung in einem jedem Photothermie-Modul hat sich in einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung bewährt, wenn der jeweilige Grad ungleichmäßig ausgebildeter Kanalquerschnitte in solchen Längsleitungen, welche näher an der Längsseite angeordnet sind, benachbart welcher die Kühlmittelanschlüsse ausgebildet sind, zu solchen Längsleitungen, welche näher an der den Kühlmittelanschlüssen gegenüberliegenden Längsseite angeordnet sind, stetig oder gruppenweise abnimmt.

[0018] Alternativ oder kumulativ dazu hat sich bewährt, wenn der Querschnitt der als Drossel wirkenden Durchlässe in solchen Längsleitungen, welche näher an der Längsseite angeordnet sind, benachbart welcher die Kühlmittelanschlüsse ausgebildet sind, zu solchen in Längsleitungen als Drossel wirkenden Durchlässen, welche näher an der den Kühlmittelanschlüssen gegenüberliegenden Längsseite angeordnet sind, stetig oder gruppenweise zunimmt.

[0019] Durch ein stetiges oder gruppenweises Variieren der Querschnitte der Durchlässe bzw. der Längsleitungen kann die Strömungsverteilung in einem Photothermie-Modul pro Längsleitung oder zumindest in Gruppen von (beispielsweise vier Gruppen á sieben) Längsleitungen vergleichmäßigt werden, was die serielle Verschaltung möglichst vieler Photothermie-Module zum Vorteil hat, ohne auf vergleichsweise höhere Pumpleistungen zurückgreifen zu müssen.

[0020] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung hat sich bewährt, wenn für die Verklebung von Photovoltaikmodul und Kühlkörper im Absorberblech partielle Klebezonen in Gestalt von Vertiefungen ausgebildet sind. Das Vorsehen partieller Klebezonen hat zum Vorteil, dass eine vorzugsweise möglichst große Fläche des Absorberblechs in direktem Kontakt auf dem Photovoltaikmodul aufliegt und so der Wärmeaustausch nicht durch die partiellen Klebeschichten, Laminierfolien oder dergleichen Isolatoren gehindert wird. Gleichwohl kann der Klebstoff in genügend dicker Schicht aufgebracht werden und dennoch die aus den Temperaturschwankungen (etwa -30° bis etwa $+80^{\circ}$) differentiellen Längenänderungen vom Photovoltaikmodul und Absorberblech des Kühlkörpers ausgleichen. Der Klebstoff ist idealerweise elastisch und aus Silikon (wie z.B. aus der Produktfamilie Sikasil WT/AS/SG). Dieses Vorgehen führt zu nachweislich höheren Modulleistungen, wobei hinsichtlich der Ausgestaltungsalternativen der Klebezonen vollumfänglich auf die Ausführungsbeispiele in Fig. 5 und 8 der CH 712 171 A2 nebst dazugehöriger Beschreibung verwiesen sei.

[0021] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung hat sich bewährt, wenn das Absorberblech aus Chromstahl mit austenitischen oder besonders bevorzugt ferritischen Gefüge gefertigt ist. Austenitischer Chromstahl (z.B. 1.4301) und besonders bevorzugt ferritischer Chromstahl (z.B. 1.4509) weisen gegenüber im Stand der Technik verwendete Materialien wie Kupfer, Aluminium oder Kunststoff eine signifikant tiefere Längenausdehnung ähnlich wie Glas auf. Das hat den Vorteil, dass die Verbindung mittels Verklebung mit einer dünnen Klebeschicht kleiner zwei Millimeter ausgeführt werden kann, ohne dass die Verklebung zu hohen Scherbelastungen ausgesetzt wird oder sich das Photothermie-Modul verbiegt. Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Photothermie-Modulfeld, das mehrere, zumindest thermisch seriell miteinander verbundene, Photothermie-Module wie zuvor beschrieben umfasst, die unter einem mittleren Neigungswinkel zur Sonne montiert und über Kühlmittel-Verbindungsleitungen miteinander verbunden sind, so dass die Längsseite eines jeden Photothermie-Moduls, welche parallel zu einer oberen Längsseite eines vom ihm umfassten Kühlkörpers verläuft und benachbart derer der Kühlmittelanschluss der Zulaufleitung und der Kühlmittelanschluss der Ablaufleitung ausgebildet sind, eine höhere Lageposition aufweist, als die jeweils gegenüberliegende Längsseite besagter Photothermie-Module, welche parallel zu einer unteren Längsseite des von ihm umfassten Kühlkörpers verläuft.

[0022] Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Betrieb eines Photothermie-Modulfelds wie zuvor beschrieben, das eine sog. U-Durchströmung der Photothermie-Module realisiert, so dass in einer Zulaufleitung eingebrachtes Kühlmittel darin vom Kühlmittelanschluss weg nach unten sinkt und erwärmtes, in einer Ablaufleitung gesammeltes Kühlmittel darin nach oben zum Kühlmittelanschluss hin steigt.

[0023] Mit der vorliegenden Erfindung lassen sich problemlos vier bis acht, vorzugsweise sechs, Photothermie-Module seriell zu einem Photothermie-Modulfeld verschalten, ohne nennenswerte Einbußen bei der Strömungsverteilung in Kauf nehmen zu müssen. Bei Optimierung der Strömungsquerschnitte (vgl. dazu Patentansprüche 8 und/oder 9) im Photothermie-Modul lässt sich die Verschaltung auf acht bis zwölf Photothermie-Module steigern; bei hinreichend groß ausgelegten Zulauf- und Ablaufleitungen auch zu einem Photothermie-Modulfeld mit bis zu zwanzig Photothermie-Modulen. Die serielle Verschaltung führt zu einfacheren Montageabläufen, spart zudem Materialaufwand und ist damit preisgünstiger als bekannte Photothermie-Modulfelder. Indem die Kühlmittelanschlüsse für die Zu- und Ablaufleitungen erfindungsgemäß jeweils an der gleichen, vorzugsweise in einer höheren Lageposition montierten, Längsseite des Photothermie-Moduls ausgebildet sind, eignen sich erfindungsgemäße Photothermie-Module hervorragend auch für sog. Integraldächer, bei denen höher-liegende Photothermie-Module tiefer-liegende Photothermie-Module teilweise überlappen, da nur schon verschaltete Kühlmittelanschlüsse überlappt werden, während noch zu verschaltete Kühlmittelanschlüsse stets zugänglich bleiben. Schließlich unterstützen erfindungsgemäße Photothermie-Module auch den wirtschaftlichen Betrieb eines Photothermie-Modulfeldes, da durch die Realisierung einer sog. U-Durchströmung der einzelnen Photothermie-Module energieeffizient die Thermikgesetze im System genutzt werden, demnach in einer höheren Lageposition eingebrachtes Kühlmittel in der Zulaufleitung in Förderrichtung nach unten sinkt und erwärmtes, in einer höheren Lageposition einer Ablaufleitung abgeführtes Kühlmittel, nach oben steigt. In beiden Fällen arbeitet die Thermik im System jeweils nicht - wie teilweise im Stand der Technik - gegen die Förderrichtung, sondern unterstützt vorteilhaft die Strömung in Förderrichtung merklich.

[0024] Indem die Zulauf- und Ablaufleitung für Kühlmittel jeweils entlang der gleichen Querseite ausgebildet sind, lassen sich diese verbindenden Längsleitungen nebeneinander und frei von Kreuzungen ausbilden. Dies sichert vorteilhaft eine Durchströmung des Photothermie-Moduls bis in seine den Kühlmittelanschlüssen gegenüberliegenden Ecken, weshalb sich erfindungsgemäße Photothermie-Module auch hervorragend als Solar- oder Solar/Luft-Absorber in einem sogenannten Eisspeicher-Wärmetauscher-System eignen.

[0025] Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsformen eines Photothermie-Moduls beispielhaft erläutert. Darin zeigen schematisch:

- Fig. 1 ein bevorzugtes Photothermie-Modul nach der Erfindung in einer Draufsicht;
- Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt des Photothermie-Moduls aus Fig. 1 im Bereich des Kühlmittelanschlusses für die Zulaufleitung für Kühlmittel;
- Fig. 3 eine Querschnittsdarstellung des Photothermie-Moduls aus Fig. 2 entlang der Schnittlinie „A“;
- Fig. 4 eine Querschnittsdarstellung des Photothermie-Moduls aus Fig. 2 entlang der Schnittlinie „B“;

- Fig. 5 eine Längsschnittdarstellung des Photothermie-Moduls aus Fig. 2 entlang der Schnittlinie „C“;
- Fig. 6 einen vergrößerten Ausschnitt der Längsschnittdarstellung des Photothermie-Moduls aus Fig. 5;
- Fig. 7 eine Längsschnittdarstellung des Photothermie-Moduls aus Fig. 2 entlang der Schnittlinie „D“;
- Fig. 8 einen vergrößerten Ausschnitt der Längsschnittdarstellung des Photothermie-Moduls aus Fig. 7;
- Fig. 9 ein Photothermie-Modulfeld mit jeweils sechs seriell verschalteter Photothermie-Modul wie zuvor beschrieben in einer Draufsicht; und
- Fig. 10 einen Ausschnitt des Photothermie-Modulfelds analog Fig. 9 als Teil einer Integraldachmontage in einer seitlichen Schnittdarstellung.

[0026] Bei der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder vergleichbare Komponenten.

[0027] **Fig. 1** ein bevorzugtes Photothermie-Modul 1 nach der Erfindung in einer Draufsicht. Das Photothermie-Modul 1 mit einer an die jeweiligen Bedürfnisse anpassbaren Länge L und einer Breite B umfasst ein Photovoltaikmodul 10 und einen Kühlkörper 20 mit einem Absorberblech 21 und einem Leitungsblech 22 (siehe im Detail Figuren 3 bis 8). Als Absorberbleche 21 haben sich insbesondere solche bewährt, welche aus Chromstahl mit austenitischen oder besonders bevorzugt ferritischen Gefüge gefertigt sind. Eine Zulaufleitung 24 für Kühlmittel erstreckt sich an einer der Querseiten 20.3 des Kühlkörpers 20 und weist an einem Ende der Zulaufleitung 24 einen Kühlmittelanschluss 23 auf. Eine Ablaufleitung 27 für das Kühlmittel erstreckt sich an der anderen Querseite 20.4 des Kühlkörpers 20 und weist an einem Ende der Ablaufleitung 27 einen Kühlmittelanschluss 26 auf. Zudem sind mehrere, aus dem Absorberblech 21 und dem Leitungsblech 22 gebildete, nebeneinander angeordnete Längsleitungen 29.a-29.n vorgesehen, welche die Zulaufleitung 24 mit der Ablaufleitung 27 kreuzungsfrei verbinden. Dargestellt ist, wie im Kühlkörper 20 vorzugsweise zwischen zehn und fünfzig oder besonders bevorzugt dreißig plus/minus eins bis drei oder insbesondere achtundzwanzig Längsleitungen 29.1 bis 29.28 ausgebildet sein können. Schließlich ist der Kühlmittelanschluss 23 der Zulaufleitung 24 benachbart der gleichen Längsseite 20.2 ausgebildet wie der Kühlmittelanschluss 26 der Ablaufleitung 27.

[0028] **Fig. 2** zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des Photothermie-Moduls 1 aus Fig. 1 im Bereich des Kühlmittelanschlusses 23 für die Zulaufleitung 24 für Kühlmittel. Erkennbar ist, wie zwischen der Zulaufleitung 24 für Kühlmittel und den Längsleitungen 29.1 bis 29.n jeweils ein als Drossel wirkender Durchlass 24.1 ausgebildet ist. Ebenso ist auch zwischen der den Längsleitungen 29.1 bis 29.n und der Ablaufleitung 24 für Kühlmittel jeweils ein als Drossel wirkender Durchlass 27.1 ausgebildet ist (vgl. Fig. 1).

[0029] **Fig. 3** zeigt eine Querschnittdarstellung des Photothermie-Moduls 1 aus Fig. 2 entlang der Schnittlinie „A“. Der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe 24.1 und/oder 27.1 weist erfindungsgemäß zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Zu- 24 oder Ablaufleitungen 27 für Kühlmittel ein Verhältnis zwischen 1 : 3 und 1 : 10 oder in einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ein Verhältnis von etwa 1 : 5 auf.

[0030] **Fig. 4** zeigt eine Querschnittdarstellung des Photothermie-Moduls 1 aus Fig. 2 entlang der Schnittlinie „B“. Der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe 24.1 und/oder 27.1 weist erfindungsgemäß zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Längsleitungen 29.1 bis 29.n ein Verhältnis zwischen 1 : 1,5 und 1 : 2,5 oder in einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ein Verhältnis von etwa 1 : 2 auf.

[0031] Diese gezielte, strömungsmechanisch optimierte Einstellung der Kanalquerschnittsverhältnisse ermöglicht es, den Kühlmittelanschluss 23 der Zulaufleitung 24 benachbart der gleichen Längsseite 20.2 auszubilden wie den Kühlmittelanschluss 26 der Ablaufleitung 27 ohne größere Verluste in der Strömungseffizienz hinnehmen zu müssen. Dadurch können vorteilhaft insbesondere mehr als drei Photothermie-Module 1 seriell verschaltet werden und dabei dennoch eine gleichmäßige Strömungsverteilung des Kühlmittels in den Photothermie-Modulen 1 gewährleistet bleiben, eine Möglichkeit, die Photothermie-Module des Stands der Technik, welche nach dem Tichelmann-Prinzip miteinander verschaltet sind, nicht bieten.

[0032] **Fig. 5** zeigt eine Längsschnittdarstellung des Photothermie-Moduls 1 aus Fig. 2 entlang der Schnittlinie „C“. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung kann der Kanalquerschnitt von Längsleitungen 29.1 bis 29.n gleichmäßig oder ungleichmäßig ausgebildet sein. Insbesondere kann der jeweilige Grad ungleichmäßig ausgebildeter Kanalquerschnitte in solchen Längsleitungen 29.1 bis 29.n, welche näher an der Längsseite 20.2 angeordnet sind, benachbart welcher die Kühlmittelanschlüsse 23 oder 26 ausgebildet sind, zu solchen Längsleitungen 29.1 bis 29.n, welche näher an der den Kühlmittelanschlüssen 23 oder 26 gegenüberliegenden Längsseite 20.1 angeordnet sind, stetig oder gruppenweise abnehmen (nicht dargestellt). Alternativ oder kumulativ dazu kann der Querschnitt der als Drossel wirkenden Durchlässe 24.1 und/oder 27.1 in solchen Längsleitungen 29.1 bis 29.n, welche näher an der Längsseite 20.2 angeordnet sind, benachbart welcher die Kühlmittelanschlüsse 23 oder 26 ausgebildet sind, zu solchen in Längsleitungen 29.1 bis 29.n als Drossel wirkenden Durchlässen 24.1 oder 27.1, welche näher an der den Kühlmittelanschlüssen 23 oder 26 gegenüberliegenden Längsseite 20.1 angeordnet sind, stetig oder gruppenweise zunehmen (ebenfalls nicht dargestellt).

[0033] Fig. 6 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der Längsschnittdarstellung des Photothermie-Moduls 1 aus Fig. 5. Erkennbar ist, wie das Absorberblech 21 etwas kleiner als das Leitungsblech 22 ausgeführt sein kann. Im Randbereich 36 kann das Absorberblech 21 mit dem Leitungsblech 22 punktuell verschweißt sein, was durch Schweißpunkte 35 angedeutet ist. Die Schweißpunkte 35 können auch länglich, linear, abschnittsweise oder sogar durchlaufend sein (nicht dargestellt). Im Randbereich 36 kann sich auch eine Klebezone 30 befinden. Dort können das Absorberblech 21 und das Leitungsblech 22 mit der Unterseite des Photovoltaik-Moduls 10 verklebt sein. Der Klebstoff dient bevorzugt zugleich als Dichtmasse, um den Spalt zwischen dem PV-Modul 10 und dem Absorber 20 abzudichten. Vorteilhaft sind dadurch das PV-Modul 10 und der Absorber 20 rahmenlos miteinander verbindbar. Dies wiederum hat zum Vorteil, dass Wasser und Schnee ungehindert abfließen beziehungsweise abrutschen können und die Module 1 weniger verschmutzen. Ebenso liegt der Absorber 20 mit Ausnahme der Klebezonen 30, 31 direkt auf der Rückseite des PV-Moduls 10 auf, was sich im Gegensatz zu einer vollflächigen Verklebung oder Laminierung besonders günstig auf die direkte Wärmeübertragung auswirkt.

[0034] Fig. 7 zeigt eine Längsschnittdarstellung des Photothermie-Moduls 1 aus Fig. 2 entlang der Schnittlinie „D“. Der Randbereich 36 ist wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 beschrieben ausgebildet.

[0035] Fig. 8 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt der Längsschnittdarstellung des Photothermie-Moduls aus Fig. 7. Erkennbar ist, wie in einer bevorzugten Weiterbildung für die Verklebung von Photovoltaikmodul 10 und Kühlkörper 20 im Absorberblech 21 partielle Klebezonen 30, 31 in Gestalt von, insbesondere durch Sicken 32 gebildete, Vertiefungen ausgebildet sind. Um das Absorberblech 21 einerseits mit der Unterseite des Photovoltaik-Moduls 10 dauerhaft in Kontakt zu bringen und um es andererseits auch mit dem Leitungsblech 22 verbinden zu können, weist das Absorberblech 21 bevorzugt zwischen den Längsleitungen 29.a bis 29.n insbesondere durch Sicken 32 gebildete Vertiefungen auf. Innerhalb solcher Sicken 32 beispielsweise lassen sich Absorberblech 21 und Leitungsblech 22 geeignet verschweißen. Die durch die Sicken 32 entstehenden Vertiefungen im Absorberblech 21 können zudem zumindest partiell mit Klebstoff aufgefüllt werden und so Klebezonen 31 bilden. Der Klebstoff sorgt dafür, dass das Absorberblech 21 im Bereich der Klebezonen 31 mit der Unterseite des Photovoltaik-Moduls 10 verbunden ist und im Kontaktbereich 34 mit der Unterseite des Photovoltaik-Moduls 10 in Kontakt steht. Dadurch wird vorteilhaft eine optimale Wärmeübertragung gewährleistet.

[0036] Fig. 9 zeigt ein Photothermie-Modulfeld mit jeweils vorzugsweise sechs seriell verschalteter Photothermie-Module 1 wie zuvor beschrieben in einer perspektivischen Draufsicht. Erkennbar ist, wie die Photothermie-Module 1 unter einem mittleren Neigungswinkel zur Sonne montiert und über Kühlmittel-Verbindungsleitungen 42 miteinander verbunden sind, so dass die Längsseite - eines jeden Photothermie-Moduls 1, welche parallel zu einer oberen Längsseite 20.2 eines von ihm umfassten Kühlkörpers 20 verläuft und benachbart derer der Kühlmittelanschluss 23 der Zulaufleitung 24 und der Kühlmittelanschluss 26 der Ablaufleitung 27 ausgebildet sind, eine höhere Lageposition aufweist, als die jeweils gegenüberliegende Längsseite besagter Photothermie-Module 1, welche parallel zu einer unteren Längsseite 20.1 des von ihm umfassten Kühlkörpers 20 verläuft. Eine derartige Montage erlaubt vorteilhaft den Betrieb eines Photothermie-Modulfelds in einem Verfahren, das eine sog. U-Durchströmung der Photothermie-Module 1 realisiert, so dass über eine zuführende Anschlussleitung 40 oder über eine Kühlmittel-Verbindungsleitung 42 eingebrachtes Kühlmittel in der Zulaufleitung 24 vom Kühlmittelanschluss 23 weg nach unten sinkt und erwärmtes, in einer Ablaufleitung 27 gesammeltes Kühlmittel darin 27 nach oben zum Kühlmittelanschluss 26 hin steigt.

[0037] Fig. 10 zeigt einen Ausschnitt des Photothermie-Modulfelds analog Fig. 9 als Teil einer Integraldachmontage in einer seitlichen Schnittdarstellung. Indem die Kühlmittelanschlüsse 23 oder 26 für die Zu- 24 oder Ablaufleitungen 27 erfindungsgemäß jeweils an der gleichen, vorzugsweise in einer höheren Lageposition montierten, parallel zur oberen Längsseite 20.2 des Kühlkörpers verlaufenden Längsseite des Photothermie-Moduls 1 ausgebildet sind, eignen sich nach der Erfindung ausgebildete Photothermie-Module 1 hervorragend auch für sog. Integraldächer, bei denen höher-liegende Photothermie-Module 1 tiefer-liegende Photothermie-Module 1 teilweise überlappen, da nur schon verschaltete Kühlmittelanschlüsse 23 oder 26 überlappt werden, während noch zu verschaltete Kühlmittelanschlüsse 23 oder 26 stets zugänglich bleiben. Dargestellt ferner ist, wie zur Verbindung der Photovoltaik-Module 10 sogenannte Junction Boxes 60 als Verbindungselemente eingesetzt werden können.

[0038] Mit der vorliegenden Erfindung lassen sich problemlos vier bis acht, vorzugsweise sechs, Photothermie-Module 1 seriell zu einem Photothermie-Modulfeld verschalten, ohne nennenswerte Einbußen bei der Strömungsverteilung in Kauf nehmen zu müssen. Bei Optimierung der Strömungsquerschnitte im Photothermie-Modul 1 lässt sich die Verschaltung auf acht bis zwölf Photothermie-Module 1 steigern; bei hinreichend groß ausgelegten Zulauf- 24 und Ablaufleitungen 27 auch zu einem Photothermie-Modulfeld mit bis zu zwanzig Photothermie-Modulen 1. Die serielle Verschaltung führt zu einfacheren Montageabläufen, spart zudem Materialaufwand und ist damit preisgünstiger als bekannte Photothermie-Modulfelder 1. Schließlich unterstützen erfindungsgemäße Photothermie-Module 1 auch den wirtschaftlichen Betrieb eines Photothermie-Modulfeldes, da durch die Realisierung einer sog. U-Durchströmung der einzelnen Photothermie-Module 1 energieeffizient die Thermikgesetzte im System nutzen, demnach in einer höheren Lageposition eingebrachtes Kühlmittel in der Zulaufleitung 24 in Förderrichtung nach unten sinkt und erwärmtes, in einer höheren Lageposition einer Ablaufleitung 27 abgeführtes Kühlmittel, nach oben steigt. In beiden Fällen arbeitet die Thermik im System jeweils nicht - wie teilweise im Stand der Technik - gegen die Förderrichtung sondern unterstützt vorteilhaft die Strömung in Förderrichtung merklich.

[0039] Indem die Zulauf- 24 und Ablaufleitung 27 für Kühlmittel jeweils entlang der gleichen Querseite 20.3 oder 20.4 ausgebildet sind, lassen sich diese verbindenden Längsleitungen 29.a bis 29.n nebeneinander und frei von Kreuzungen ausbilden. Dies sichert vorteilhaft eine Durchströmung des Photothermie-Moduls 1 bis in seine den Kühlmittelanschlüssen 23, 26 gegenüberliegenden Ecken, weshalb sich erfindungsgemäße Photothermie-Module 1 auch hervorragend als Solar- oder Solar/Luft-Absorber in einem sogenannten Eisspeicher-Wärmetauscher-System eignen.

[0040] Die vorliegende Erfindung eignet sich hervorragend für den Verbau in sog. Integraldächern und/oder als Solar- oder Solar/Luft-Absorber in sogenannten Eisspeicher-Wärmetauscher-Systemen.

Bezugszeichenliste

[0041]

1	Photothermie-Modul
10	Photovoltaikmodul
20	Kühlkörper
20.1	(untere) Längsseite des Kühlkörpers
20.2	(obere) Längsseite des Kühlkörpers
20.3	(linke) Querseite des Kühlkörpers
20.4	(rechte) Querseite des Kühlkörpers
21	Absorberblech
22	Leitungsblech
23	Kühlmittelanschluss für Zulaufleitung 24
24	Zulaufleitung für Kühlmittel
24.1	als Drossel wirkender Durchlass
26	Kühlmittelanschluss für Ablaufleitung 27
27	Ablaufleitung
27.1	als Drossel wirkender Durchlass
29	Längsleitung
29.1	erste Längsleitung
29.2	zweite Längsleitung
29.3	dritte Längsleitung
...	
29.n	n-te Längsleitung
30	Klebezone
31	Klebezone
32	Sicke
34	Kontaktbereich
35	Schweißstelle/Schweißpunkte
36	Randbereich
40	zuführende Anschlussleitung
41	abführende Anschlussleitung

42	Kühlmittel-Verbindungsleitung
60	Anschlussdose (Junction Box)
70	Unterkonstruktion für Integraldachausführung
L	Länge
B	Breite

Patentansprüche

1. Photothermie-Modul (1), umfassend:
 - ein Photovoltaikmodul (10),
 - ein Kühlkörper (20) mit einem Absorberblech (21) und einem Leitungsblech (22),
 - eine Zulaufleitung (24) für Kühlmittel, die sich an einer der Querseiten (20.3) des Kühlkörpers (20) erstreckt und an einem Ende der Zulaufleitung (24) einen Kühlmittelanschluss (23) aufweist,
 - eine Ablaufleitung (27) für das Kühlmittel, die sich an der anderen Querseite (20.4) des Kühlkörpers (20) erstreckt und an einem Ende der Ablaufleitung (27) einen Kühlmittelanschluss (26) aufweist,
 - mehrere aus dem Absorberblech (21) und dem Leitungsblech (22) gebildete, nebeneinander angeordnete Längsleitungen (29.1-29.n), die die Zulaufleitung (24) mit der Ablaufleitung (27) kreuzungsfrei verbinden,
 - bei dem zwischen der Zulaufleitung (24) für Kühlmittel und den Längsleitungen (29.1-29.n) jeweils ein als Drossel wirkender Durchlass (24.1) ausgebildet ist,
 - und bei dem zwischen den Längsleitungen (29.1-29.n) und der Ablaufleitung (24) für Kühlmittel jeweils ein als Drossel wirkender Durchlass (27.1) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**,
 - **dass** der Kühlmittelanschluss (23) der Zulaufleitung (24) benachbart der gleichen Längsseite (20.2) ausgebildet ist wie der Kühlmittelanschluss (26) der Ablaufleitung (27),
 - **dass** der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe (24.1, 27.1) zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Zu- (24) oder Ablaufleitungen (27) für Kühlmittel ein Verhältnis zwischen 1 : 3 und 1 : 10 aufweist,
 - **und dass** der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe (24.1, 27.1) zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Längsleitungen (29.1-29.n) ein Verhältnis zwischen 1 : 1,5 und 1 : 2,5 aufweist.
2. Photothermie-Modul (1) nach Anspruch 1, bei dem der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe (24.1, 27.1) zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Zu- (24) oder Ablaufleitungen (27) für Kühlmittel ein Verhältnis
 - von etwa 1 : 5 aufweist.
3. Photothermie-Modul (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der jeweilige Kanalquerschnitt einer der als Drossel wirkenden Durchlässe (24.1, 27.1) zum jeweiligen Kanalquerschnitt einer der Längsleitungen (29.1-29.n) ein Verhältnis
 - von etwa 1 : 2 aufweist.
4. Photothermie-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Zulaufleitung (24) und/oder die Ablaufleitung (27) für Kühlmittel an ihrer dem Photovoltaik-Modul (10) zugewandten Seite flach ausgebildet und an ihrer gegenüberliegenden, dem Photovoltaik-Modul (10) abgewandten Seite gebogen, insbesondere korbogenförmig, ausgebildet ist.
5. Photothermie-Modul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Längsleitungen (29.1-29.n) an ihrer dem Photovoltaik-Modul (10) zugewandten Seite flach ausgebildet und an ihrer gegenüberliegenden, dem Photovoltaik-Modul (10) abgewandten Seite gebogen, insbesondere korbogenförmig, ausgebildet ist.
6. Photothermie-Modul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem im Kühlkörper (20)
 - zwischen zehn und fünfzig
 - oder dreißig plus/minus eins bis drei
 - oder achtundzwanzig
 Längsleitungen (29.1-29.n) ausgebildet sind.
7. Photothermie-Modul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem der jeweilige Kanalquerschnitt einer einzelnen der Längsleitungen (29.1-29.n) gleichmäßig oder ungleichmäßig ausgebildet ist.
8. Photothermie-Modul (1) nach Anspruch 7, bei dem der jeweilige Grad ungleichmäßig ausgebildeter Kanalquerschnitte in solchen Längsleitungen (29.1-29.n), welche näher an der Längsseite (20.2) angeordnet sind, benachbart welcher die Kühlmittelanschlüsse (23, 26) ausgebildet sind, zu solchen Längsleitungen (29.1-29.n), welche näher an der den Kühlmittelanschlüssen (23, 26) gegenüberliegenden Längsseite (20.1) angeordnet sind, stetig oder gruppenweise abnimmt.

9. Photothermie-Modul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem der Querschnitt der als Drossel wirkenden Durchlässe (23.1; 27.1) in solchen Längsleitungen (29.1-29.n), welche näher an der Längsseite (20.2) angeordnet sind, benachbart welcher die Kühlmittelanschlüsse (23, 26) ausgebildet sind, zu solchen in Längsleitungen (29.1-29.n) als Drossel wirkenden Durchlässen (23.1; 27.1), welche näher an der den Kühlmittelanschlüssen (23, 26) gegenüberliegenden Längsseite (20.1) angeordnet sind, stetig oder gruppenweise zunimmt.
10. Photothermie-Modul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem für die Verklebung von Photovoltaikmodul (10) und Kühlkörper (20) im Absorberblech (21) partielle Klebezonen (30, 31) in Gestalt von Vertiefungen ausgebildet sind.
11. Photothermie-Modul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem das Absorberblech (21) aus Chromstahl mit ferritischen oder austenitischen Gefüge gefertigt ist.
12. Photothermie-Modulfeld, das mehrere, zumindest thermisch seriell miteinander verbundene, Photothermie-Module (1) nach einem der vorherigen Ansprüche umfasst, die unter einem mittleren Neigungswinkel zur Sonne montiert und über Kühlmittel-Verbindungsleitungen (42) miteinander verbunden sind, so dass die Längsseite eines jeden Photothermie-Moduls (1), welche parallel zu einer oberen Längsseite (20.2) eines von ihm umfassten Kühlkörpers (20) verläuft und benachbart derer der Kühlmittelanschluss (23) der Zulaufleitung (24) und der Kühlmittelanschluss (26) der Ablaufleitung (27) ausgebildet sind, eine höhere Lageposition aufweist, als die jeweils gegenüberliegende Längsseite besagter Photothermie-Module (1), welche parallel zu einer unteren Längsseite (20.1) des von ihm umfassten Kühlkörpers (20) verläuft.
13. Verfahren zum Betrieb eines Photothermie-Modulfelds nach Anspruch 12, das eine sog. U-Durchströmung der Photothermie-Module (1) realisiert, so dass in einer Zulaufleitung (24) eingebrachtes Kühlmittel darin (24) vom Kühlmittelanschluss (23) weg nach unten sinkt und erwärmtes, in einer Ablaufleitung (27) gesammeltes Kühlmittel darin nach oben zum Kühlmittelanschluss (26) hin steigt.
14. Verwendung eines Photothermie-Moduls (1) nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 11 als Solar- oder Solar/Luft-Absorber in einem Eisspeicher-Wärmetauscher-System.
15. Verwendung eines Photothermie-Modulfelds nach Anspruch 12 als Solar- oder Solar/Luft-Absorber in einem Eisspeicher-Wärmetauscher-System.

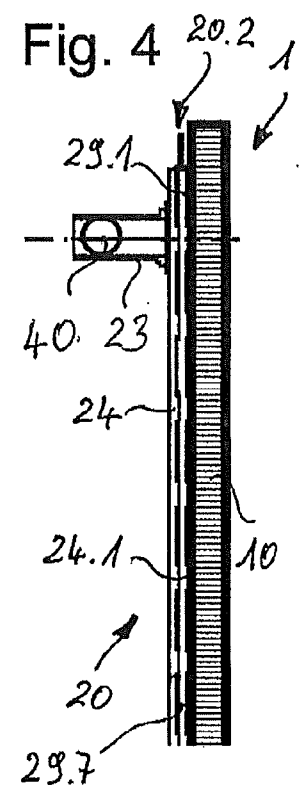
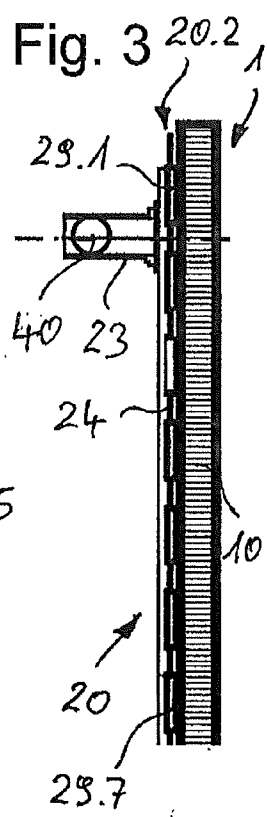
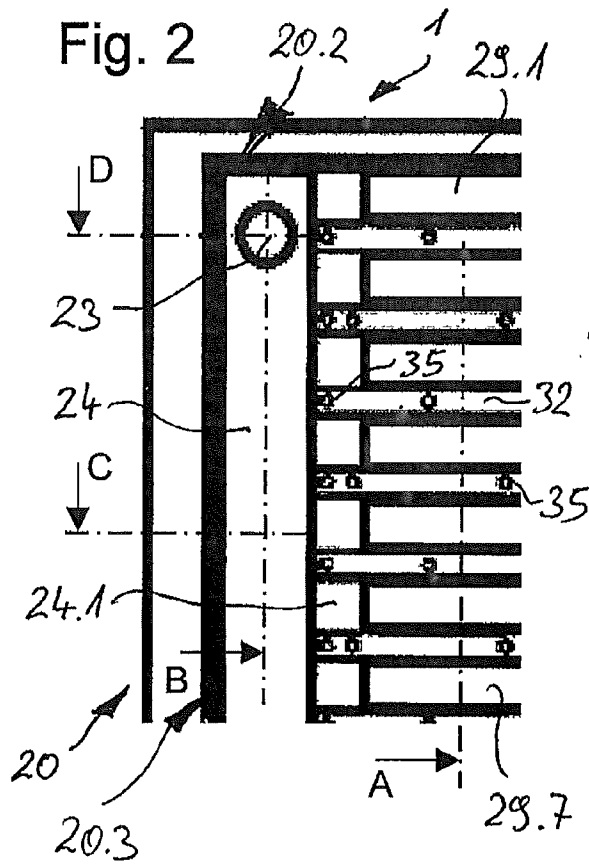
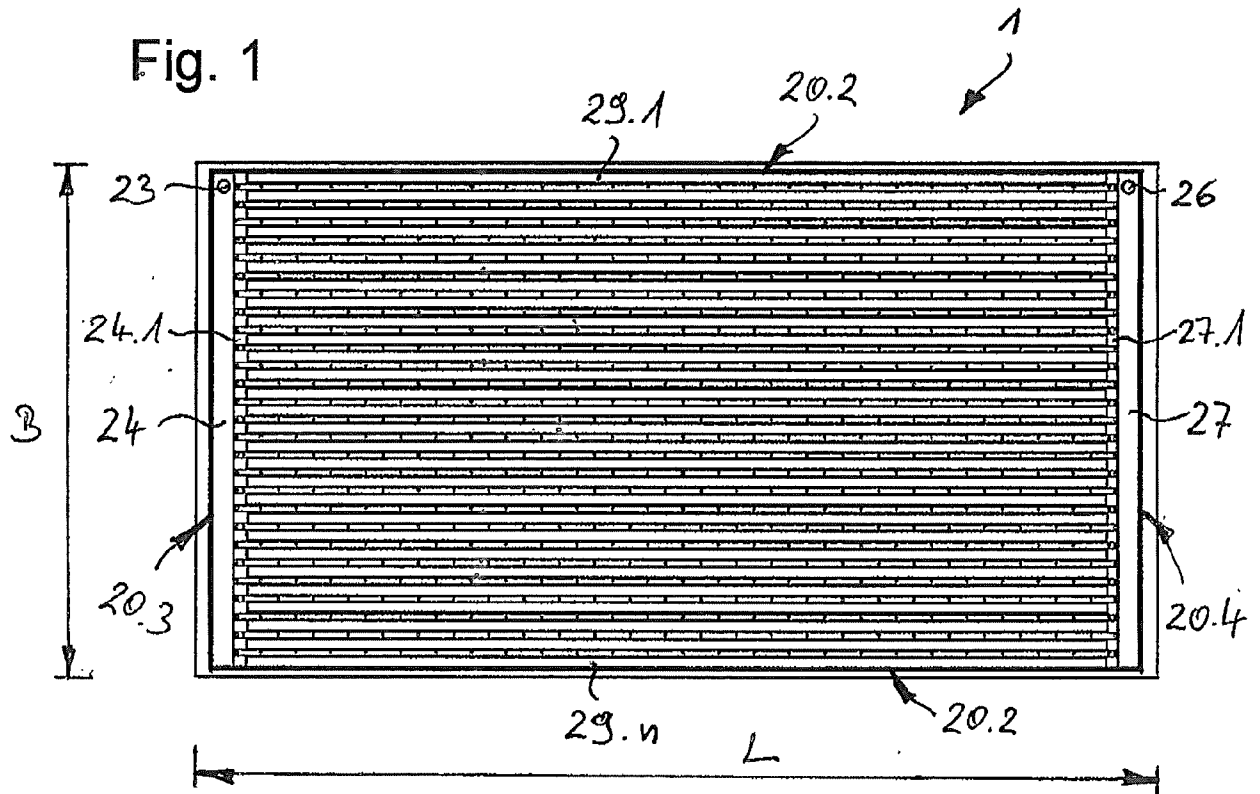


Fig. 5

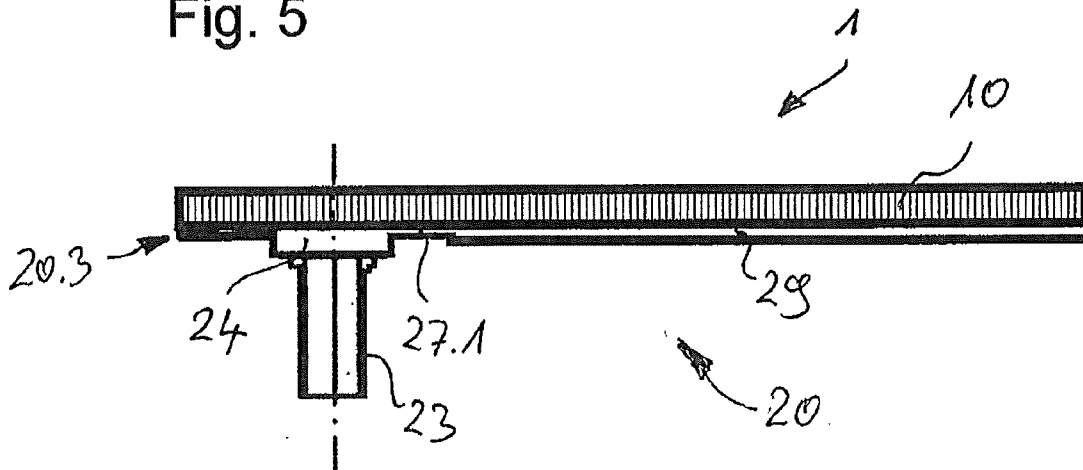


Fig. 6

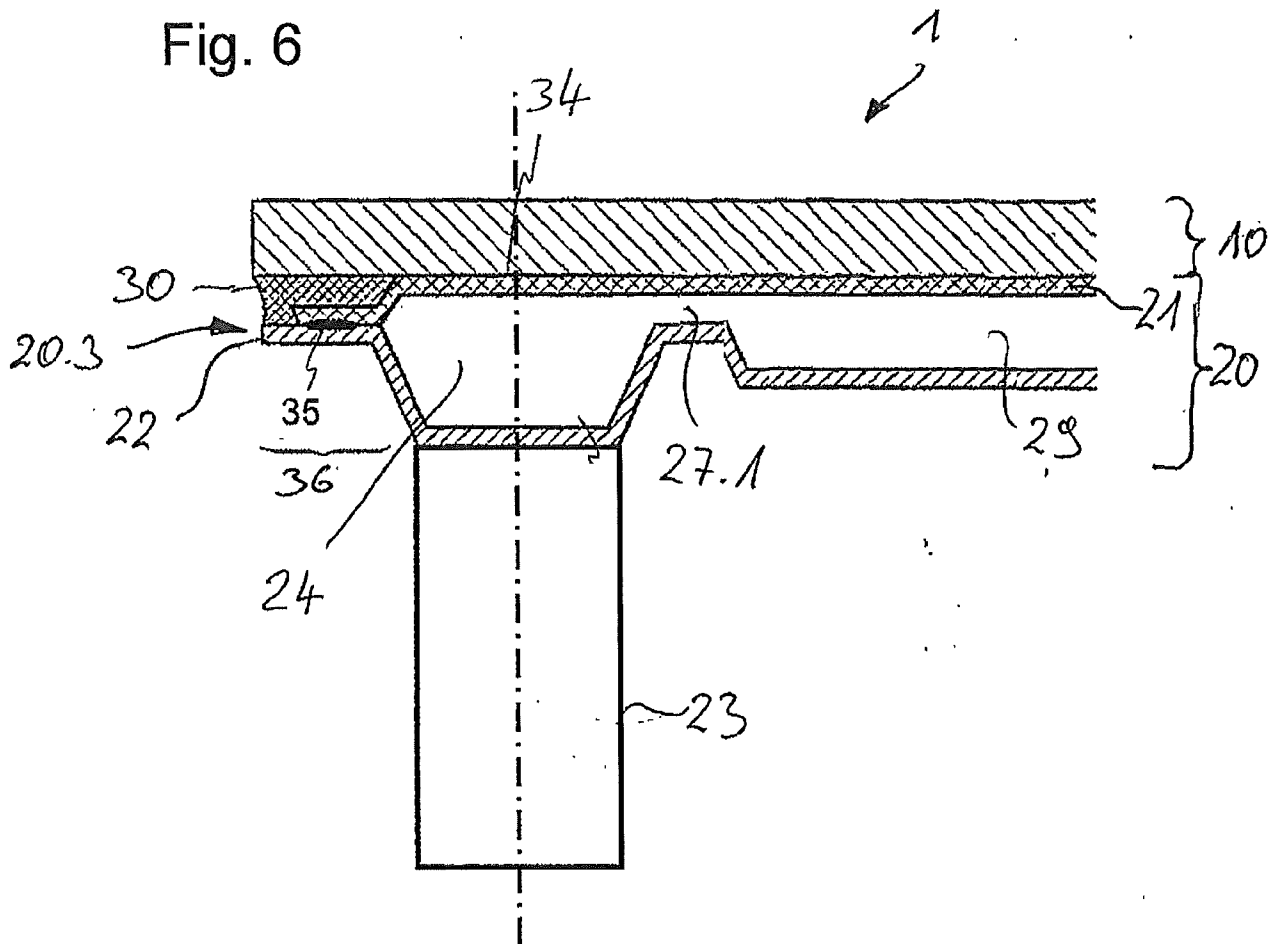


Fig. 7

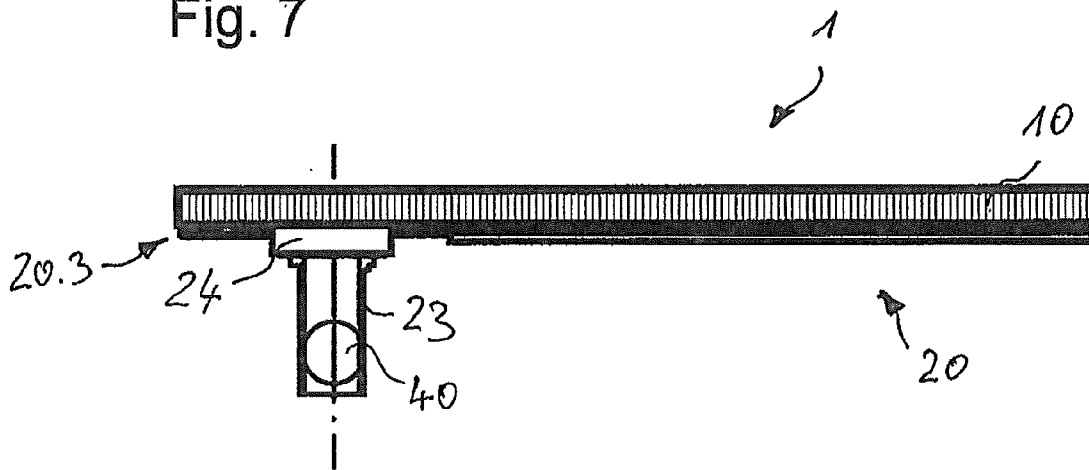


Fig. 8

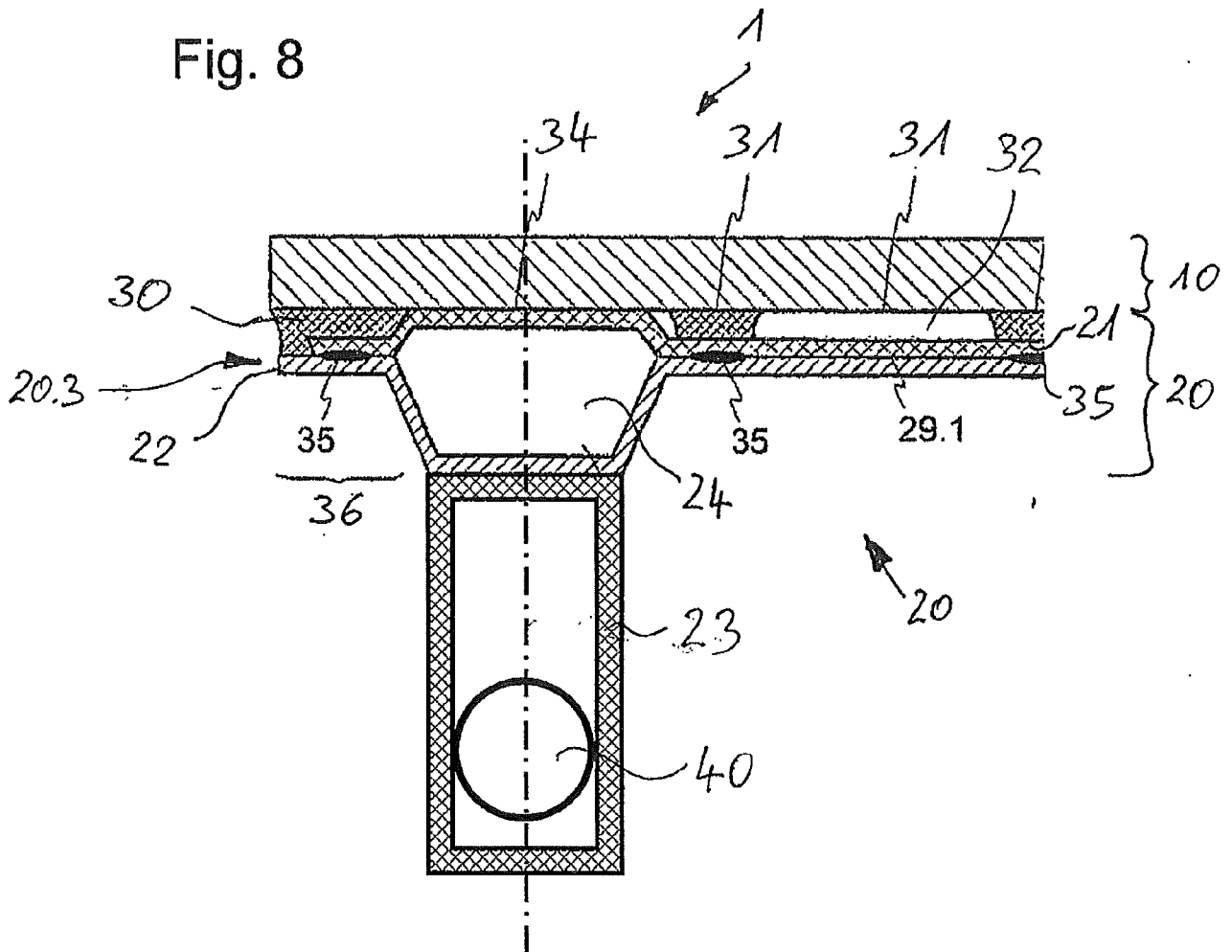


Fig. 9

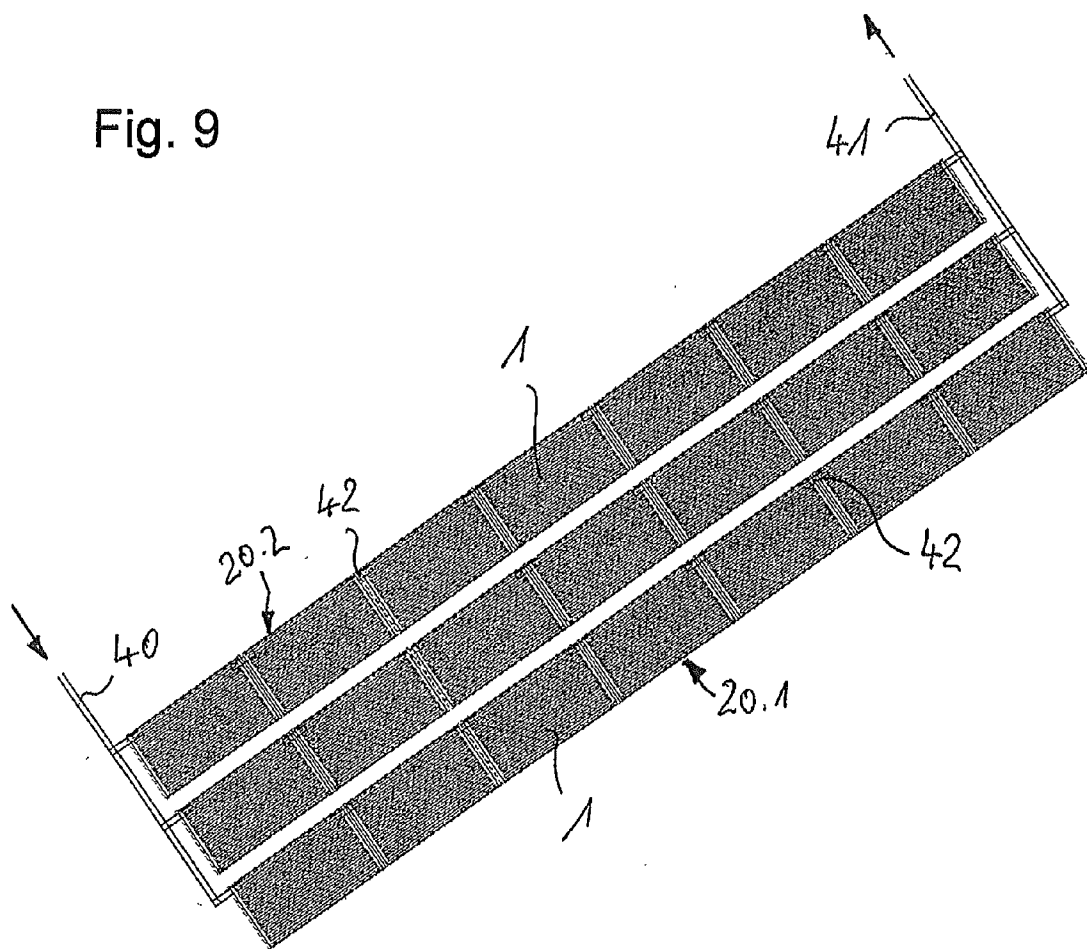


Fig. 10

