



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 045 324 A1** 2010.04.01

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 045 324.2**

(22) Anmeldetag: **21.08.2008**

(43) Offenlegungstag: **01.04.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F24J 2/24 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Grimm, Friedrich, Prof. Dipl.-Ing., 70376 Stuttgart,  
DE**

(72) Erfinder:

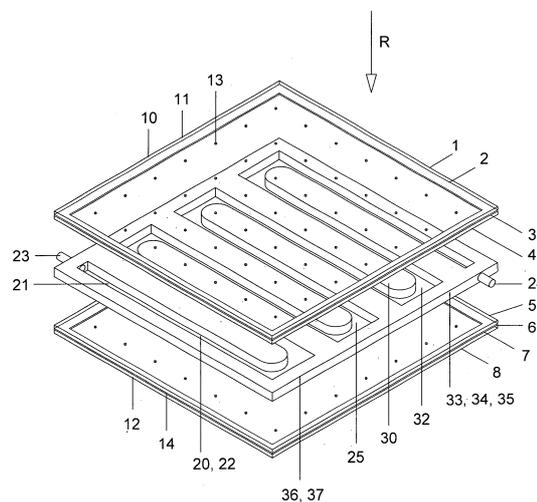
**gleich Anmelder**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Solarthermischer Flachkollektor**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen solarthermischen Flachkollektor zur Absorption und Übertragung elektromagnetischer Energie aus der Sonnenstrahlung (R) auf ein Fluid (22) als Wärmeträgermedium, bestehend aus einem flachen Verbundglaskörper (10), der aus zwei parallel und mit einem Abstand zueinander angeordneten Vakuumisoliereinheiten (11, 12) aufgebaut ist, wobei die der Sonnenstrahlung (R) zugewandte Vakuumisoliereinheit (11) mit den Oberflächen (1-4) und die der Sonnenstrahlung (R) abgewandte Vakuumisoliereinheit (12) mit den Oberflächen (5-8) zwischen den Oberflächen (4, 5) einen gegenüber der Umgebung gas- und wasserdicht abgeschlossenen Hohlraum (20) definieren. Erfindungsgemäß weist der Hohlraum (20) eine von einem Fluid (22) durchströmte hydraulische Struktur (21) mit einer Fluideintrittsöffnung (23) und einer Fluidaustrittsöffnung (24) auf und steht mit einem Absorberelement (30), das die Sonnenstrahlung (R) im Wellenlängenbereich von 0,3 bis 1,8 Mikrometer absorbiert, in Verbindung.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Flachkollektor zur Absorption und Übertragung elektromagnetischer Energie aus der Sonnenstrahlung auf ein Fluid als Wärmeträgermedium, bei dem zur Isolierung des Absorbers auf der der Sonnenstrahlung zugewandten Seite und auf der rückwärtigen Seite jeweils eine Vakuumisoliereinheit vorgesehen ist.

### Stand der Technik

**[0002]** Bekannte solarthermische Flachkollektoren bestehen aus einem Gehäuse mit einer transparenten Abdeckung und einem opaken Boden. Die Sonnenstrahlung wird z. B. von einer Absorberfolie, die direkt mit Rohrleitungen verbunden ist, absorbiert. Ein möglichst hoher Absorptionsgrad und ein möglichst geringer Emissionsgrad werden durch eine selektive Beschichtung der Folie z. B. mit einer Titan-Nitrid-Oxid-Schicht erreicht. Die transparente Abdeckung aus einem eisenarmen Flachglas besitzt einen hohen Transmissionsgrad zur Ausnutzung des Spektralbereichs der Sonnenstrahlung auch im kurzwelligen Bereich. Bei der Übertragung der am Absorber entstehenden hohen Temperaturen auf ein Wärmeträgerfluid treten jedoch hohe Wärmeverluste auf, die größtenteils durch Konvektion der zwischen dem Absorber und der transparenten Abdeckung eingeschlossenen Luft, teils durch Wärmeleitung am Gehäuse und auch durch allseitige Wärmestrahlung entstehen. Sowohl das Luftpolster über dem Absorber als auch die Dämmschicht unter dem Absorber reduzieren deshalb den Wirkungsgrad des Flachkollektors.

**[0003]** Aus der DE 27 28 019 C2 ist ein evakuierbarer Solarkollektor in Flachbauweise bekannt, der die konvektiven Wärmeverluste mittels eines Vakuums reduziert. Dieser Kollektor weist einen lichtundurchlässigen Boden mit einer Dämmstofffüllung auf.

**[0004]** Aus der DE 31 01 298 A1 ist ebenfalls ein evakuierbarer Solarkollektor bekannt, bei dem schlecht wärmeleitend ausgebildete Stützelemente eine transparente Abdeckeinheit gegen den Absorber und den Kollektorboden abstützen.

**[0005]** Der Nachteil beider Konstruktionen ist die Notwendigkeit eines Nachevakuierens, da weder die vorgeschlagene Metallwanne noch die Abdichtungsmaßnahmen im Bereich der transparenten Abdeckung eine dauerhafte, vakuumdichte Verbindung sicherstellen können. Vakuumisoliergläser als Flachglas sind als marktreife Produkte bereits erhältlich. Ein weiter verbessertes Vakuumisolierglas mit einem Glas/Metall-Randverbund wird z. B. im Jahresbericht 2007 des Fraunhofer Instituts für solare Energiesysteme auf S. 30 vorgestellt und zeichnet sich durch eine hohe Wärmedämmung und eine geringe Bauhöhe aus.

### Aufgabenstellung

**[0006]** Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen solarthermischen Flachkollektor mit einer einstrahlungsseitigen und einer rückwärtigen Isolierung, die jeweils von einer Vakuumisoliereinheit gebildet wird, anzugeben. Zwischen diesen beiden transparenten oder transluzenten Vakuumisoliergläsern befindet sich ein gegenüber der Umgebung abgedichteter Hohlraum mit einer hydraulischen Struktur, die von einem wärmeadsorbierenden Fluid über eine Fluideintritts- und eine Fluidaustrittsöffnung durchströmt wird und ein Kanalnetz in Form eines Serpentin-, eines Kissen- oder eines Harfenabsorbers umfasst.

**[0007]** Im Rahmen der Erfindung sind unterschiedliche Absorbermechanismen möglich. Bei einer ersten Variante trägt eine der Oberflächen **3–6** eine im Vakuumverfahren aufgedampfte selektive Beschichtung. Bei dieser Ausführungsvariante bildet eine hitzebeständige Kunststoffplatte mit einem ausgesparten Kanalnetz die hydraulische Struktur. Geeignete Kunststoffverbundwerkstoffe zur Herstellung dieser Kunststoffplatte sind z. B. Polysulfone, Melaminharze, Polyesterharze, Polyurethane oder glasfaserverstärkte Polyamide. Aber auch Gummimischungen unter Beteiligung von Kautschuk kommen für die Herstellung in Frage.

**[0008]** Bei einer zweiten Variante ist vorgesehen, eine Metallplatte oder eine Glasplatte mit einer hydraulischen Struktur als Absorberelement auszubilden. So können die Metallplatte z. B. aus schwarz beschichtetem Kupfer und die Glasplatte aus durchgefärbtem Glas bestehen. In einer dritten Variante ist ein adsorbierendes Fluid vorgesehen, das z. B. Beimengungen aus Metallsalzen oder Metallchloriden enthält.

**[0009]** Um möglichst wenig Energie für die Strömung des Fluids zu verbrauchen wird eine nach energetischen Gesichtspunkten optimierte hydraulische Struktur mit sich verjüngenden und sich erweiternden Kanälen

vorgeschlagen. In einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung sind die Oberflächen **4** und **5** der Vakuumisolierglaseinheiten Teil der hydraulischen Struktur, die von einer Platte aus Kunststoff, Glas oder Metall mit einem Kanalnetz gebildet wird. Sowohl bei einer Kunststoff-, Glas- oder Metallplatte kann ein optimiertes Kanalnetz einfach ausgeschnitten bzw. ausgestanzt werden. Im Falle einer Glasplatte muss das Kanalnetz ausgefräst oder durch Zusammensetzen einzelner Glaslamellen gebildet werden.

**[0010]** Die Kollektortemperaturen werden im Normalfall deutlich unter 100°C liegen. Aufgrund des hohen Wirkungsgrads eines erfindungsgemäßen Flachkollektors kann die Stillstandstemperatur, wenn dem Kollektor keine Energie entzogen wird, jedoch auf über 200°C ansteigen. Zur Vermeidung von Problemen bei hohen Temperaturen wird vorgeschlagen, stets für eine kontrollierte Entwärmung des Kollektors zu sorgen.

**[0011]** Für eine optimale Nutzung der solaren Einstrahlung wird eine entspiegelnde Beschichtung der Oberfläche **1** der strahlungsseitig angeordneten Vakuumisolierglaseinheit vorgeschlagen. Die Entspiegelung besteht aus einer porösen SiO<sub>2</sub>-Schicht, die in einem Sol-Gel-Verfahren aufgebracht wird, wodurch die Lichttransmission der strahlungsseitigen Scheibe 96–98% erreicht.

**[0012]** Im Einzelnen löst die Erfindung folgende Aufgaben:

- Mit einer vorder- und rückseitigen Isolierung des Absorbers durch ein Vakuum wird ein hoher Wirkungsgrad eines erfindungsgemäßen solarthermischen Flachkollektors mit einer vergleichsweise hohen Stillstandstemperatur erzielt.
- Angabe eines mindestens teilweise für das Tageslicht durchlässigen solarthermischen Flachkollektors als Fassadenbauteil mit einer transparenten bis transluzenten Optik
- Wartungsfreiheit und lange Betriebsdauer durch weitgehende Verwendung von Glas
- Die flache Bauweise – nicht dicker als eine Zweischeiben-Isolierverglasung – ermöglicht die Integration eines solarthermischen Flachkollektors in eine herkömmliche Fassadenkonstruktion in Pfosten-Riegel- oder Elementbauweise

**[0013]** Weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen hervor. Es zeigt:

**[0014]** [Fig. 1](#) einen solarthermischen Flachkollektor mit Serpentinensorber in der schematischen Explosionsisometrie

**[0015]** [Fig. 2](#) einen solarthermischen Flachkollektor mit Kissenabsorber in der schematischen Explosionsisometrie

**[0016]** [Fig. 3](#) einen Ausschnitt eines solarthermischen Flachkollektors mit Serpentinensorber in der schematischen Explosionsisometrie

**[0017]** [Fig. 1](#) zeigt einen solarthermischen Flachkollektor als Verbundglaskörper **10** mit einem Hohlraum **20**, bei dem eine der Sonnenstrahlung R zugewandte Vakuumisolierglaseinheit **11** mit den Oberflächen **1–4** eine transparente Abdeckung für die von einem Fluid **22** durchströmte hydraulische Struktur **21** bildet. Die hydraulische Struktur **21** hat die Form eines Serpentinensorbers **25** mit einer Fluideintrittsöffnung **23** und einer Fluidaustrittsöffnung **24** und wird zusammen mit den Oberflächen **4, 5** der Vakuumisolierglaseinheiten **11, 12** von einer Metallplatte **33**, einer Kunststoffplatte **34** oder einer Glasplatte **35** mit nach hydraulischen Gesichtspunkten optimierten Ausnehmungen gebildet. Die zweite Vakuumisolierglaseinheit **12** mit den Oberflächen **5–8** bildet die rückwärtige transparente Abdeckung der hydraulischen Struktur **21**. Zwischen der hydraulischen Struktur **21** und den Oberflächen **4, 5** der Vakuumisolierglaseinheiten **11, 12** ist eine abdichtende Klebeverbindung **36** oder eine abdichtende Druckverbindung **37** vorgesehen. Zur Absorption der elektromagnetischen Energie aus der Sonnenstrahlung R ist ein Absorberfluid **32** z. B. als bipolare, wässrige Lösung aus Metallsalzen oder Metallchloriden vorgesehen. Für einen optimalen Wirkungsgrad des Kollektors wird die Entspiegelung der Oberfläche **1** der der Sonnenstrahlung R zugewandten Vakuumisolierglaseinheit **11** vorgeschlagen.

**[0018]** [Fig. 2](#) zeigt einen solarthermischen Flachkollektor als Verbundglaskörper **10**, dessen Aufbau im Wesentlichen dem in [Fig. 1](#) beschriebenen Beispiel entspricht. Der Hohlraum **20** zwischen den beiden Vakuumisolierglaseinheiten **11, 12** ist hier als einfache hydraulische Struktur **21** in Form eines Kissenabsorbers **26** mit Fluideintrittsöffnung **23** und Fluidaustrittsöffnung **24** ausgebildet. Eine Klebeverbindung **36** z. B. mit einem photoinitiiert härtenden, Epoxydklebstoff, der eine hohe Temperaturbeständigkeit von permanent 150°C bis kurzfristig 300°C aufweist, stellt an den Oberflächen **4, 5** eine abdichtende Verbindung zwischen einer Metallplatte **33** oder einer Kunststoffplatte **34** oder einer Glasplatte **35** mit den Vakuumisolierglaseinheiten **11, 12** her. Zur

Absorption der elektromagnetischen Energie im Wellenlängenbereich von 0,3–1,8 Mikrometer aus der Sonnenstrahlung R ist eine selektive Absorberschicht **31** z. B. aus Schwarzchrom, Schwarznickel oder Titanoxinitrid auf der Oberfläche **3** der der Sonnenstrahlung zugewandten Vakuumisolierglaseinheit **11** vorgesehen. Die Absorberschicht **31** kann alternativ auch auf eine der Oberflächen **4–6** aufgebracht werden. Durch die hohen Temperaturen sind besondere Anforderungen an den Randverbund **14** der Vakuumisolierglaseinheiten **11, 12** gestellt. Zur Abdichtung der Vakuumisolierglaseinheiten wird deshalb ein elastischer Glas-Metall-Verbund mit einer Folie aus Kupfer oder Chromnickelstahl und einer Lotschicht unter Verwendung z. B. von Kovar zur Angleichung unterschiedlicher thermischer Ausdehnungen vorgeschlagen.

[0019] **Fig. 3** zeigt einen solarthermischen Flachkollektor als Verbundglaskörper **10** mit einem Hohlraum **20**, dessen der Sonnenstrahlung R zugewandte, transparente Abdeckung und dessen rückwärtige transparente Abdeckung jeweils aus einer Vakuumisolierglaseinheit **11, 12** bestehen. In dem als Explosionsisometrie angelegten Teilschnitt ist zwischen den beiden Vakuumisolierglaseinheiten **11, 12** ein Hohlraum **20** mit einer hydraulischen Struktur **21** in Form eines Serpentinaabsorbers **25** vorgesehen. Die hydraulische Struktur **21** wird in diesem Ausführungsbeispiel von komplementären Ausnehmungen auf den einander zugewandten Oberflächen zweier Glasplatten **35** gebildet. Der Verbundglaskörper **10** entsteht durch Verklebung der Vakuumisolierglaseinheiten **11, 12** mit den Glasplatten **35** mittels von zwei PVB-Folien **36** im Klebe-Schmelzverfahren. Die Absorption der elektromagnetischen Energie aus der Sonnenstrahlung R erfolgt über eine Durchfärbung der Glasplatten **35**.

Verbundglaskörper	<b>10</b>	Hohlraum	<b>20</b>	Absorberelement	<b>30</b>
Vakuumisolierglaseinheit VIG	<b>11</b>	Hydraulische Struktur	<b>21</b>	Absorberschicht	<b>31</b>
Oberflächen	<b>1–4</b>	Fluid	<b>22</b>	Absorberfluid	<b>32</b>
Vakuumisolierglaseinheit VIG	<b>12</b>	Fluideintrittsöffnung	<b>23</b>	Metallplatte	<b>33</b>
Oberflächen	<b>5–8</b>	Fluidaustrittsöffnung	<b>24</b>	Kunststoffplatte	<b>34</b>
Abstandhalter	<b>13</b>	Serpentinaabsorber	<b>25</b>	Glasplatte	<b>35</b>
Randverbund	<b>14</b>	Kissenabsorber	<b>26</b>	Klebeverbindung	<b>36</b>
				Druckverbindung	<b>37</b>
				Sonnenstrahlung	R

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 2728019 C2 [\[0003\]](#)
- DE 3101298 A1 [\[0004\]](#)

**Patentansprüche**

1. Solarthermischer Flachkollektor zur Absorption und Übertragung elektromagnetischer Energie aus der Sonnenstrahlung (R) auf ein Fluid (22) als Wärmeträgermedium bestehend aus einem flachen Verbundglaskörper (10), der aus zwei parallel und mit einem Abstand zueinander angeordneten Vakuumisoliereeinheiten (11, 12) aufgebaut ist, wobei die der Sonnenstrahlung (R) zugewandte Vakuumisoliereeinheit (11) mit den Oberflächen (1–4) und die der Sonnenstrahlung (R) abgewandte Vakuumisoliereeinheit (12) mit den Oberflächen (5–8) zwischen den Oberflächen (4, 5) einen gegenüber der Umgebung gas- und wasserdicht abgeschlossenen Hohlraum (20) definieren, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlraum (20) eine von einem Fluid (22) durchströmte hydraulische Struktur (21) mit einer Fluideintrittsöffnung (23) und einer Fluidaustrittsöffnung (24) aufweist und mit einem Absorberelement (30), das die Sonnenstrahlung (R) im Wellenlängenbereich von 0,3 bis 1,8 Mikrometer absorbiert, in Verbindung steht.
2. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbundglaskörper (10) mindestens teilweise lichtdurchlässig und transparent oder transluzent ausgebildet ist.
3. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Struktur (21) als Serpentinaabsorber (25), als Kissenabsorber (26) oder als Harfenabsorber ausgebildet ist.
4. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Struktur (21) von einer Metallplatte (33), einer Kunststoffplatte (34) oder einer Glasplatte (35) gebildet wird und nach hydrodynamischen Gesichtspunkten energetisch optimierte Hohlräume (20) aufweist, die mit sich verzweigenden und sich erweiternden Kanälen eine gleichmäßige Durchströmung sicherstellen.
5. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Struktur (21) durch Ausfräsen, Ausstanzen oder Ausschneiden einer Metallplatte (33), einer Kunststoffplatte (34) oder einer Glasplatte (35) hergestellt wird.
6. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Absorberelement (30) eine Absorbierschicht (31), ein Absorberfluid (32) oder einen Festkörper aus Metall (33) oder Glas (35) aufweist.
7. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Absorbierschicht (31) auf eine der Oberflächen (3–6) der Vakuumisoliereeinheiten (11, 12) aufgebracht wird und als selektive Absorbierschicht z. B. aus Schwarzchrom, Schwarznickel oder Titanoxinitrid besteht.
8. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Vakuumisoliereeinheiten (11, 12) und der hydraulischen Struktur (21) eine abdichtende Klebeverbindung (36) oder eine abdichtende Druckverbindung (37) vorgesehen ist.
9. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Randverbund (14) der Vakuumisoliereeinheiten (11, 12) eine Folie aus Kupfer oder Chromnickelstahl vorgesehen ist, die über eine Lötverbindung mit einem Temperaturspannungen ausgleichenden Element aus Kovar oder Invar mit den Oberflächen (3, 4) bzw. (6, 7) der Vakuumisoliereeinheiten (11, 12) verbunden wird.
10. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandhalter (13) der Vakuumisoliereeinheiten (11, 12) als bewegliche Lagerpunkte ausgebildet sind und z. B. aus Glas- oder Metallkugeln bestehen.
11. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbundglaskörper (10) in einen Rahmen eingesetzt und zur Herstellung einer Druckverbindung (37) mit diesem verspannt wird.
12. Solarthermischer Flachkollektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rahmen eine Pfosten-Riegel-Bauweise oder eine Elementbauweise aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

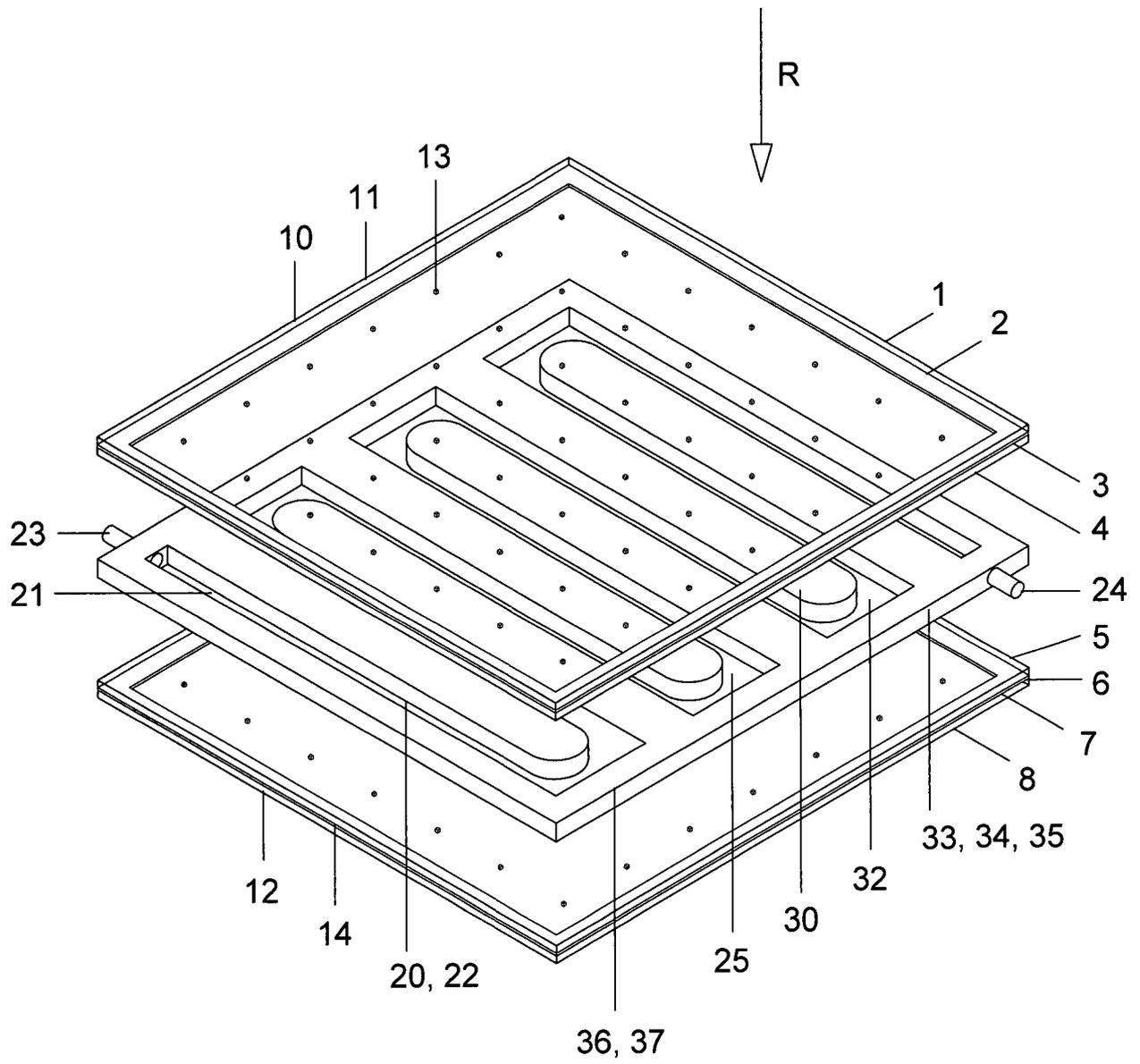


FIG. 1

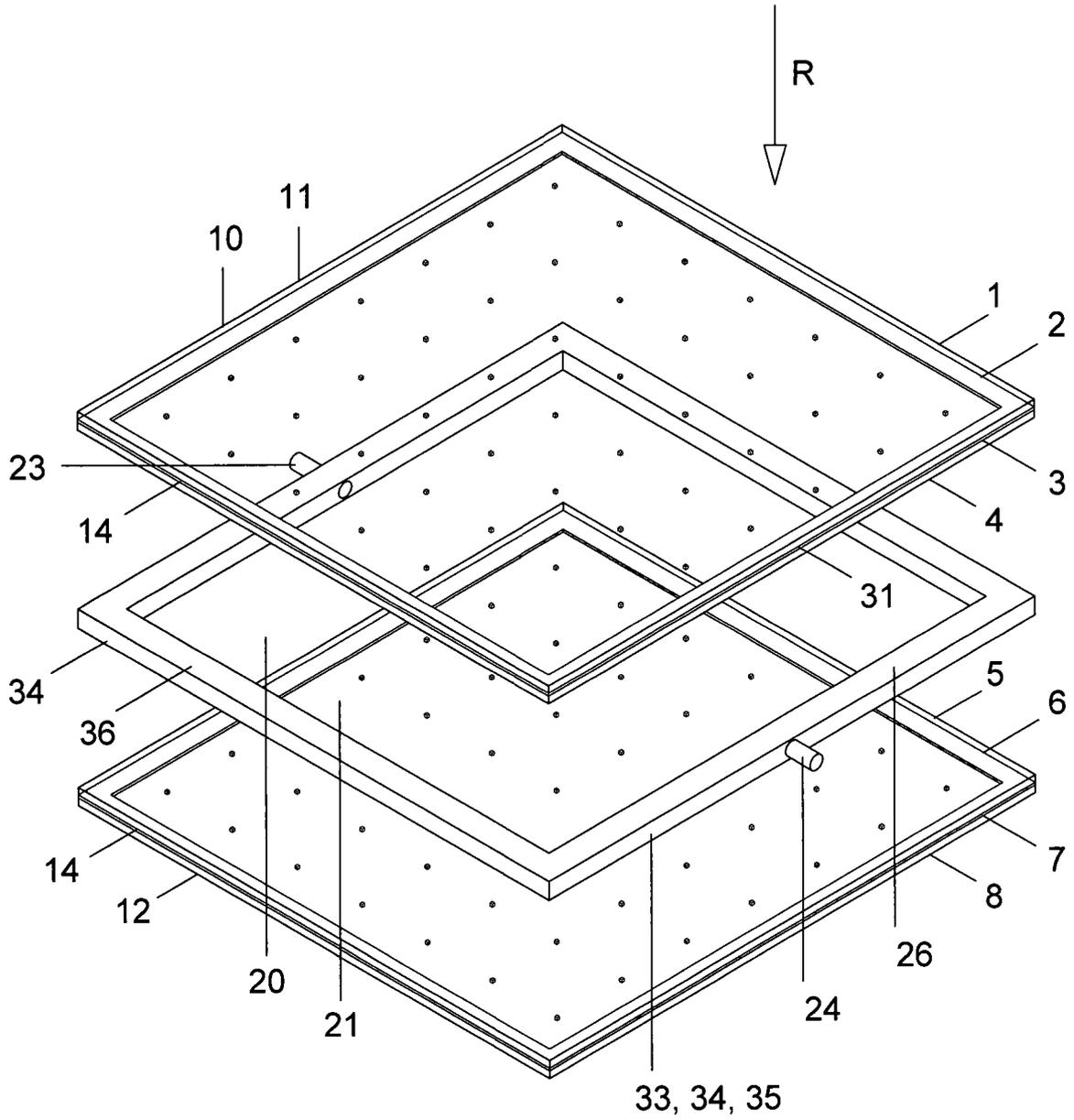


FIG. 2

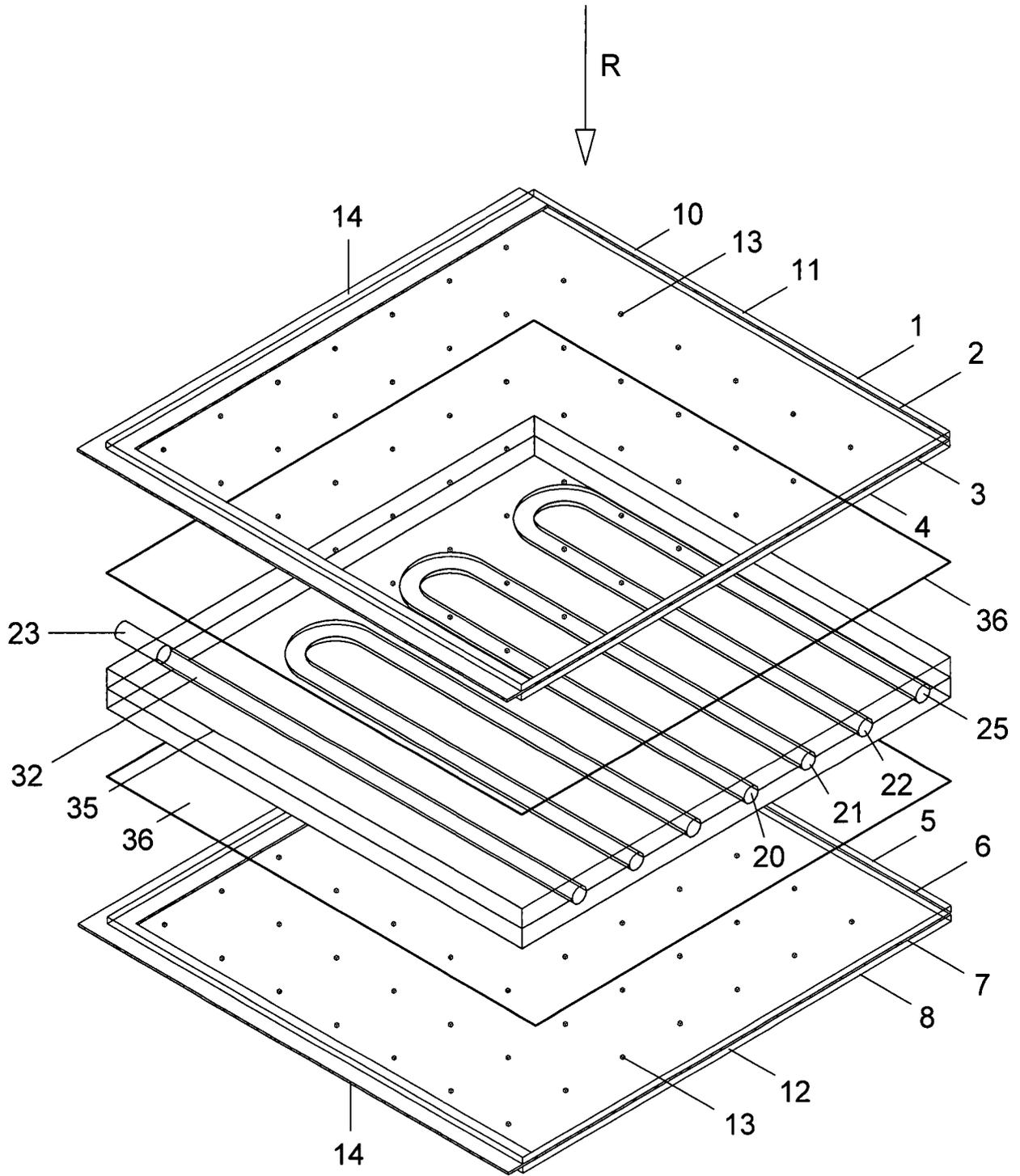


FIG. 3