



Die Erfindung betrifft ein Solarmodul (1) mit einer oder mehreren Solarzellen (4), die parallel zur Moduloberfläche (1') zwischen einer transparenten Frontscheibe (2) und einem Basiselement (3) angeordnet sind, wobei die Frontscheibe (2) und das Basiselement (3) aus Glas bestehen und an deren Randbereichen (5, 6) zueinander abgedichtet sind. Erfindungsgemäß sind die Randbereiche (5, 6) der Frontscheibe (2) und des Basiselements (3) zu einem im Wesentlichen rechtwinkelig von der Modulrückseite abstehenden Falz (7) umbogen oder abgewinkelt und bilden einen mit einer Dicht- oder Vergussmasse (9) verfüllten Spalt (8) zueinander.

Solarmodul mit einer oder mehreren Solarzellen

Die Erfindung betrifft ein Solarmodul mit einer oder mehreren Solarzellen, die parallel zur Moduloberfläche zwischen einer transparenten Frontscheibe und einem Basiselement angeordnet sind, wobei die Frontscheibe und das Basiselement aus Glas bestehen und an deren Randbereichen zueinander abgedichtet sind.

Solar- bzw. PV-Module der eingangs genannten Art werden einzeln oder in Gruppen verbaut und verschaltet, in Photovoltaikanlagen zur zentralen und dezentralen Stromerzeugung eingesetzt. Das einzelne Solarmodul soll dabei an den verschiedenen Einsatzorten unterschiedlichsten Anforderungen genügen, wobei insbesondere die im Inneren angeordneten Solarzellen bzw. Solarpaneele vor Witterungseinflüssen und mechanischen Belastungen geschützt werden sollen. Weiters soll das Solarmodul die elektrischen Verbindungen vor Feuchtigkeit und Diffusion schützen und für eine entsprechende elektrische Isolierung nach außen sorgen.

Aus der DE 10 2009 004 195 A1 ist in diesem Zusammenhang ein Solarmodul in einem Isolierglasverbund und ein Verfahren zu dessen Herstellung bekannt geworden. Das PV-Modul besteht im Wesentlichen aus einem Zweischeiben-Isolierglas, wobei die beiden Scheiben randseitig durch ein Hohlprofil beabstandet sind und einen Zwischenraum bilden, in welchem die Solarzellen angeordnet sind. Nach außen ist das Isolierglaselement in bekannter Weise noch mit einer elastischen Dichtmasse abgedichtet, wobei die elektrischen Anschlussleitungen randseitig herausgeführt sind. Die einzelnen Solarzellen sind durch Verlöten auf der Innenseite mindestens einer der Glasscheiben festgelegt. Das Sonnenlicht tritt durch die Frontscheibe ein und gelangt im Inneren der Isolierglasscheibe in Wechselwirkung mit den Solarzellen. Die Frontscheibe kann eine Außen- und/oder Innenbeschichtung aufweisen, die den Wirkungsgrad des Moduls verbessern sollen.

Weiters ist aus der DE 20 2008 003 967 U1 ein Isolierglaselement mit einer integrierten Photovoltaik-Zelle bekannt. Auch hier sind zwischen einer äußeren und einer inneren Glasscheibe Solarzellen angeordnet, wobei der Hohlraum nach außen durch einen Dichtstreifen bestehend aus einem Distanzprofil und einer Dichtmasse gasdicht abgeschlossen ist.

Die US 6,693,237 A beschreibt ein PV-Modul, bei welchem die Solarzellen in einen Schichtaufbau integriert sind und die äußeren Lagen des Gehäuses auch aus Glas bestehen können.

Den genannten Ausführungsvarianten ist gemeinsam, dass zur Abdichtung des Gehäuses, bestehend aus einer äußeren Glasscheibe und einem flächigen Basis-element, welches ebenfalls aus Glas bestehen kann, ein Rahmen oder ein Randbereich erforderlich ist, der insbesondere bei schrägem Lichteinfall einen Abschattungsbereich bildet, der sich auf den Gesamtwirkungsgrad des Solarmoduls negativ auswirkt. Der Randbereich des Solarmoduls, der für Dichtmaßnahmen zur Verfügung steht, kann allerdings nicht beliebig schmal ausgeführt werden, da ansonsten durch die auftretenden Temperaturspannungen beim Betrieb und den mechanischen Einflüsse (Wind, Schneelast, etc) keine ausreichende Dichtheit für einen jahrelangen Betrieb garantiert werden kann.

Aus der JP 2002009325 A ist ein Solarmodul bekannt, das eine tragende Struktur aus Metall oder Kunstharz aufweist, die entlang einer Lochreihe zu einem randseitigen Falz umgebogen werden kann. Es wird dadurch eine Basisstruktur mit Randfalz gebildet, in welche eine Solarzelle mit einer transparenten Frontfolie eingefügt werden kann.

Aus der EP 0 829 909 A2 ist ein schichtförmiger Aufbau eines Solarmoduls bekannt, wobei in einer der Ausführungsvarianten eine Grundstruktur aus einer Metall- oder Kunststoffschicht dargestellt ist, die randseitig zu einem im Wesentlichen rechtwinklig von der Modulvorderseite abstehenden Falz umgebogen ist. Die Solarzelle wird von einem Füllmittel bedeckt und von einer frontseitigen, transparenten Schicht abgedeckt, die am äußeren Falz befestigt ist. Durch den zur Modulvorderseite umgebogenen Falz entsteht bei der Aneinanderreihung mehrerer Solarmodule ein relativ großer ungenützter Bereich zwischen den einzelnen Solarzellen, wodurch der Wirkungsgrad der Anordnung beeinträchtigt wird. Weiters führt der in Richtung zur Modulvorderseite abgewinkelte Falz zur Schattenbildung bei schräg einfallender Sonnenstrahlung.

Aus der DE 10 2009 022 671 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Kühlen von Solarzellen mittels eines strömenden Kühlmediums bekannt geworden. Die Solarzellen sind in einem Gehäuse eingebettet, wobei die Verkapselung aus Glas bzw. aus härtbaren Gieß-Polymeren und Folien bestehen kann. Auf der Rückseite des Solarmoduls ist ein Behältnis angebracht, welches vollständig mit einem Kühlmedium befüllbar ist. Das Solarmodul ist vergleichbar einem Deckel auf dem Behältnis mit dem Kühlmedium angeordnet, wobei das Behältnis Teil eines Kühlkreislaufs ist, welcher eine Pumpe und eine Kühleinrichtung umfasst.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ausgehend von bekannten Solarmodulen Verbesserungen vorzuschlagen, mit welchen der Gesamtwirkungsgrad des Solarmoduls erhöht werden kann, wobei kostengünstig herzustellende, robuste, wit-

terungsbeständige Solarmodule angestrebt werden, die weltweit einsetzbar sind – besonders im Sonnengürtel um den Äquator.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Randbereiche der Frontscheibe und des Basiselements zu einem im Wesentlichen rechtwinklig von der Modulrückseite abstehenden Falz umgebogen oder abgewinkelt sind und einen mit einer Dicht- oder Vergussmasse verfüllten Spalt zueinander bilden. Bei der Erfindung wird somit der für die Dichtheit des Moduls verantwortliche Randbereich aus der Ebene der Solarzelle nach hinten umgebogen, wodurch ein im Wesentlichen rechtwinklig abstehender Glasfalz entsteht, der in ausreichender Falzbreite für Dichtmaßnahmen zur Verfügung steht, ohne an der Vorderseite des Solarmoduls für nachteilige Abschattungen zu sorgen. Es entsteht dadurch ein frontseitig "rahmenloses" Solarmodul aus Glas, wobei auch die randseitigen Solarzellen bei schrägem Lichteinfall mit Strahlung beaufschlagt werden. Weiters verbessert der Falz die mechanischen Eigenschaften des Moduls und kann optimal für Befestigungszwecke eingesetzt werden. Die Fälzlänge bzw. -tiefe kann den gewünschten Anforderungen, wie Lebensdauer oder Spannungsfestigkeit, angepasst werden.

Erfindungsgemäß entsteht somit ein Solarmodul, bei welchem die Frontscheibe mit deren umgebogenen Randbereichen das Basiselement mit dessen umgebogenen oder abgewinkelten Randbereich topfartig umfasst.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die beiden Randbereiche der Frontscheibe und des Basiselements an deren Außenflächen Rastelemente aufweisen, die mit entsprechenden Rastelementen von aufklipsbaren Profil- oder Rahmenelementen zusammenwirken.

Beim erfindungsgemäßen Solarmodul besteht sowohl die Frontscheibe als auch das Basiselement aus Glas, so dass ein von der Frontansicht rahmenloses Nurglas-Solarmodul entsteht, welches universell einsetzbar ist und optimal gegen Witterungseinflüsse geschützt ist. Der nach hinten abstehende Falz aus den Randbereichen der Front- und Basisscheibe dient gleichzeitig als mechanische Versteifung des Solarmoduls und kann optimal zur Befestigung einzelner Solarmodule an einer Unterkonstruktion verwendet werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann das Basiselement im Wesentlichen parallel verlaufende Kühlmittelkanäle zur Führung eines Kühlmittelstroms aufweisen, die zur Kühlung der Solarzellen zur Gänze in den Glaskörper des Basiselements integriert sind. Durch die direkte Integration parallel und/oder zick-zack-förmig und/oder mäanderförmig geführter Kühlmittelkanäle in die Basisscheibe bzw. das Basiselement des Solarmoduls kommt es zu einer

effektiven, gleichmäßigen Kühlung der Solarzellen, wodurch der Wirkungsgrad des Solarmoduls wesentlich erhöht werden kann.

Von Vorteil ist insbesondere eine Ganzglas-Ausführung, bei welcher das Basiselement aus zwei parallel angeordneten Glasscheiben besteht, die durch Stege zwischen den im Wesentlichen parallel verlaufenden Kühlmittelkanälen miteinander verbunden sind.

Bei der Herstellung eines derartigen Basiselements mit integrierten Kühlkanälen können zunächst die beiden Glasscheiben aus Flach- und/oder Pressglas mit angeformten Stegelementen hergestellt werden, die danach durch Verschweißen oder Verschmelzen der Stegelemente miteinander verbunden werden. Derartige Ganzglas-Ausführung sind besonders für Solaranlagen im Offshore-Bereich geeignet.

Es ist allerdings auch möglich, das Basiselement an der den Solarzellen zugewandten Seite als Flach- und/oder Pressglasscheibe mit angeformten Stegelementen auszubilden, die mit Hilfe eines flächigen Deckelements abgedichtet sind, so dass zwischen den Stegelementen im Wesentlichen parallel verlaufende Kühlmittelkanäle ausgebildet sind.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Teilschnitt durch eine erste Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Solarmoduls,
- Fig. 2 eine Ansicht der Rückseite des Basiselements des Solarmoduls,
- Fig. 3 eine zweite Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Solarmoduls in einer Schnittdarstellung gemäß Fig. 1, sowie
- Fig. 4 eine dritte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Solarmoduls in einer Schnittdarstellung gemäß Fig. 1.

Das in den Figuren 1 und 2 dargestellte Solarmodul 1 besteht im Wesentlichen aus einer transparenten Frontscheibe 2 und einem Basiselement 3, welches ebenfalls aus Glas besteht. Die Frontscheibe 2 und das Basiselement 3 bilden einen Zwischenraum 10, in welchem nicht näher dargestellte Solarzellen 4 und deren Verbindungsleitungen angeordnet sind. Die Randbereiche 5, 6 der Frontscheibe 2 und des Basiselements sind zu einem in Bezug auf die Moduloberfläche 1' im Wesentlichen rechtwinklig nach hinten abstehenden Falz 7 umgebogen bzw. abgewinkelt, wobei der umlaufende Spalt 8 mit einer Dicht- oder Vergussmasse 9 verfüllt ist. Die selbe Vergussmasse (beispielsweise Polyurethane, Sili-

kone, transparente 2K Materialien) kann auch im Zwischenraum 10 zwischen Frontscheibe 2 und Basisscheibe 3 zum Einbetten der Solarzellen 4 verwendet werden.

Wie insbesondere aus dem Teilschnitt in Fig. 1 erkennbar, umfasst die Frontscheibe 2 mit deren umgebogenen Randbereich 5 das Basiselement 3 samt dessen umgebogenen bzw. abgewinkeltem Randbereich 6 topfartig.

Die beiden Randbereiche 5, 6 der Frontscheibe 2 und des Basiselements 3 aus Glas weisen an deren Außenflächen Rastelemente 11 (beispielsweise in Form von Längsnuten) auf, die mit entsprechenden Rastelementen 12 (beispielsweise in Form von Haltekralen) von aufklipsbaren Profil- oder Rastelementen 13 zusammenwirken.

Die U-förmigen Profilelemente 13 können mit einer Klebstoffschicht 14 an den Randbereichen 5 und 6 der Glaselemente gesichert sein, wobei am stirnseitigen Ende des Falzes 7 eine Versiegelung mit einem Klebstoff 22, beispielsweise mit einem speziellen Hotmelt-Klebstoff, vorgesehen sein kann.

Erfindungsgemäß kann die Außenkante 15 der Frontscheibe 2 am Übergang zum umgebogenen Randbereich 5 abgerundet sein und beispielsweise einen Radius r aufweisen, der im Bereich der Dicke d der Frontscheibe 2 liegt. Das durch Pfeile unterschiedlicher Steilheit angedeutete Sonnenlicht gelangt ohne Abschattung auch auf die äußeren Randbereiche der Solarzelle 4, so dass durch diesen rahmenlosen Aufbau eindeutige Verbesserungen des Wirkungsgrades erzielt werden können. Strichliert angedeutet ist ein benachbartes Solarmodul 1, wobei zwischen den beiden Solarmodulen ein elastisches Element, beispielsweise ein Gummiband eingefügt ist. Eine Anordnung mehrerer benachbarter Solarmodule kann durch diese Maßnahme zu einer hier nicht dargestellten Tragekonstruktion abgedichtet werden.

Eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades des Solarmoduls kann durch eine entsprechende Kühlung der Solarzellen 4 erreicht werden. Zu diesem Zweck sind in das Basiselement 3 Kühlmittelkanäle 19 zur Führung eines Kühlmittelstroms integriert. Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante wird das Basiselement 3 beispielsweise aus zwei parallel angeordneten Glasscheiben 16 und 17 gebildet, die durch Stege 18 verbunden sind und derart die im Wesentlichen parallel verlaufenden Kühlmittelkanäle 19 ausbilden.

Fig. 2 zeigt dazu eine Rückansicht des Basiselements des Solarmoduls 1, wobei die äußere Glasscheibe 17 zur besseren Darstellung der Kanalführung weggelassen wurde. Die Kühlmittelkanäle 19 gehen von einem Vorlaufkanal 20 mit einem zentralen Kühlmittelzulauf 23 aus und führen zu einem Rücklaufkanal 21 an der

gegenüberliegenden Seite des Solarmoduls zu einem zentralen Kühlmittelablauf 24. Die einzelnen Kühlmittelkanäle 19 sowie die dazwischen liegenden Stege 18 können unterschiedliche Breiten aufweisen, um die unterschiedlichen Strömungswiderstände innerer und äußerer Kanäle auszugleichen und so für eine gleichmäßige Kühlung der Solarzellen 4 zu sorgen. Mit 25 und 26 sind die nach außen geführten elektrischen Anschlüsse des Solarmoduls 1 gekennzeichnet. Die seitlichen Abmessungen der Module betragen ca. 50 bis 150 cm.

Gemäß der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsvariante können die beiden Glasscheiben 16, 17 aus Pressglas mit angeformten Stegelementen 18a, 18b unterschiedlicher Länge hergestellt sein, die durch Verschweißen im Bereich der strichpunktierten Fläche miteinander verbindbar sind und danach die Kühlmittelkanäle 19 bilden.

In Fig. 3 ist weiters eine kompakte Ausführungsvariante der Erfindung dargestellt, bei welcher der aus den abgewinkelten Randbereichen 5, 6 bestehende Falz 7 die Gesamtdicke des Solarmoduls 1 nicht wesentlich übertreibt.

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin:

- Steigerung des Gesamtwirkungsgrades des Solarmoduls durch bessere Flächenausnutzung (Modulflächenoptimierung);
- Verarbeitung jeglicher Zelltypen bzw. -technologien;
- Zellflächenoptimierung;
- Ertragssteigerung durch aktive integrierte Kühlung;
- thermisch stabile Materialien (Dicht- und Vergussmasse);
- längere Lebensdauer (> 30 Jahre);
- Spannungsfestigkeit (z.B. 0 bis 10.000 V);
- Seewassertauglichkeit (Offshore);
- kostengünstig herzustellende, robuste, witterungsbeständige Solarmodule;
- weltweit einsetzbar – besonders im Sonnengürtel um den Äquator.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Solarmodul (1) mit einer oder mehreren Solarzellen (4), die parallel zur Moduloberfläche (1') zwischen einer transparenten Frontscheibe (2) und einem Basiselement (3) angeordnet sind, wobei die Frontscheibe (2) und das Basiselement (3) aus Glas bestehen und an deren Randbereichen (5, 6) zueinander abgedichtet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Randbereiche (5, 6) der Frontscheibe (2) und des Basiselements (3) zu einem im Wesentlichen rechtwinkelig von der Modulrückseite abstehenden Falz (7) umgebogen oder abgewinkelt sind und einen mit einer Dicht- oder Vergussmasse (9) verfüllten Spalt (8) zueinander bilden.
2. Solarmodul (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frontscheibe (2) mit deren umgebogenen Randbereich (5) das Basiselement (3) mit dessen umgebogenen oder abgewinkelten Randbereich (6) topfartig umfasst.
3. Solarmodul (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die im Zwischenraum (10) zwischen der Frontscheibe (2) und dem Basiselement (3) angeordneten Solarzellen (4) in eine Dicht- oder Vergussmasse (9) eingebettet sind, die vorzugsweise auch den Spalt (8) im Falz (7) ausfüllt.
4. Solarmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Randbereiche (5, 6) der Frontscheibe (2) und des Basiselements (3) an deren Außenflächen Rastelemente (11) aufweisen, die mit entsprechenden Rastelementen (12) von aufklipsbaren Profil- oder Rahmenelementen (13) zusammenwirken.
5. Solarmodul (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Außenflächen der umgebogenen oder abgewinkelten Randbereiche (5, 6) Längsnuten (11) vorgesehen sind, in die Haltekrallen (12) der Profil- oder Rahmenelemente (13) eingreifen.
6. Solarmodul (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Profil- oder Rahmenelemente (13) mit einer Klebstoffschicht (14) an den den Falz (7) bildenden Randbereichen (5, 6) gesichert sind.
7. Solarmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenkante (15) der Frontscheibe (2) am Übergang zum umgebogenen Randbereich (5) abgerundet ist und einen Radius (r) im Bereich der Dicke (d) der Frontscheibe (2) aufweist.

8. Solarmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Basiselement (3) im Wesentlichen parallel und/oder zickzack-förmig und/oder mäanderförmig verlaufende Kühlmittelkanäle (19) zur Führung eines Kühlmittelstroms aufweist, die zur Kühlung der Solarzellen (4) zur Gänze in den Glaskörper des Basiselements (3) integriert sind.
9. Solarmodul (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Basiselement (3) aus zwei parallel angeordneten Glasscheiben (16, 17) besteht, die durch Stege (18) zur Trennung der Kühlmittelkanäle (19) miteinander verbunden sind.
10. Solarmodul (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlmittelkanäle (19) ausgehend von einem Vorlaufkanal (20) auf einer Seite des Solarmoduls (1) zu einem Rücklaufkanal (21) an der gegenüberliegenden Seite des Solarmoduls (1) führen.
11. Solarmodul (1) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Glasscheiben (16, 17) aus Flach- und/oder Pressglas mit angeformten Stegelementen (18a, 18b) bestehen, die durch Verschmelzen oder Verschweißen miteinander verbindbar sind.
12. Solarmodul (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Basiselement (3) an der den Solarzellen (4) zugewandten Seite eine Flach- und/oder Pressglasscheibe mit angeformten Stegelementen aufweist, die mit Hilfe eines flächigen Deckelements abgedichtet sind, so dass zwischen den Stegelementen im Wesentlichen parallel verlaufende Kühlmittelkanäle (19) ausgebildet sind.

Fig. 1

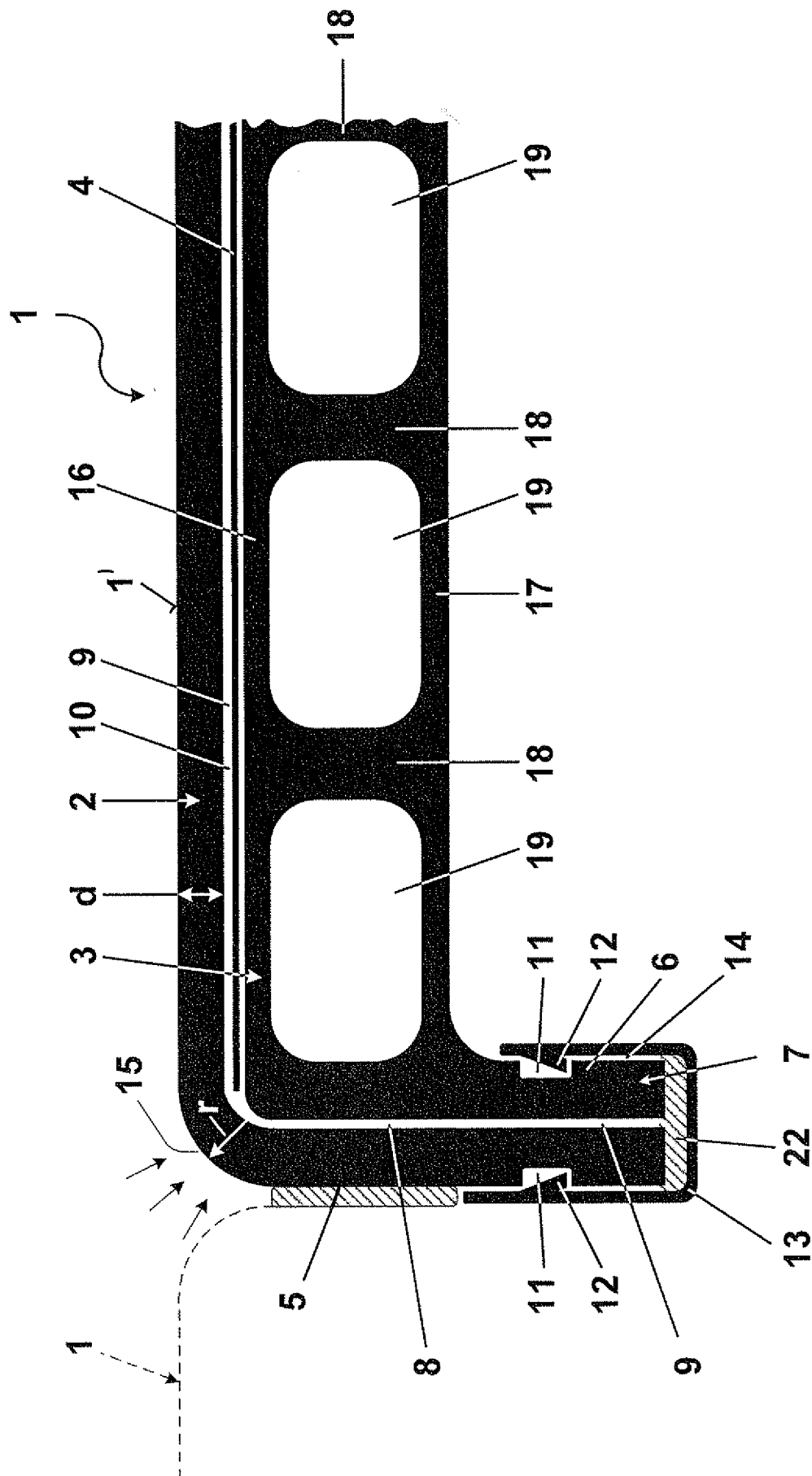


Fig. 2

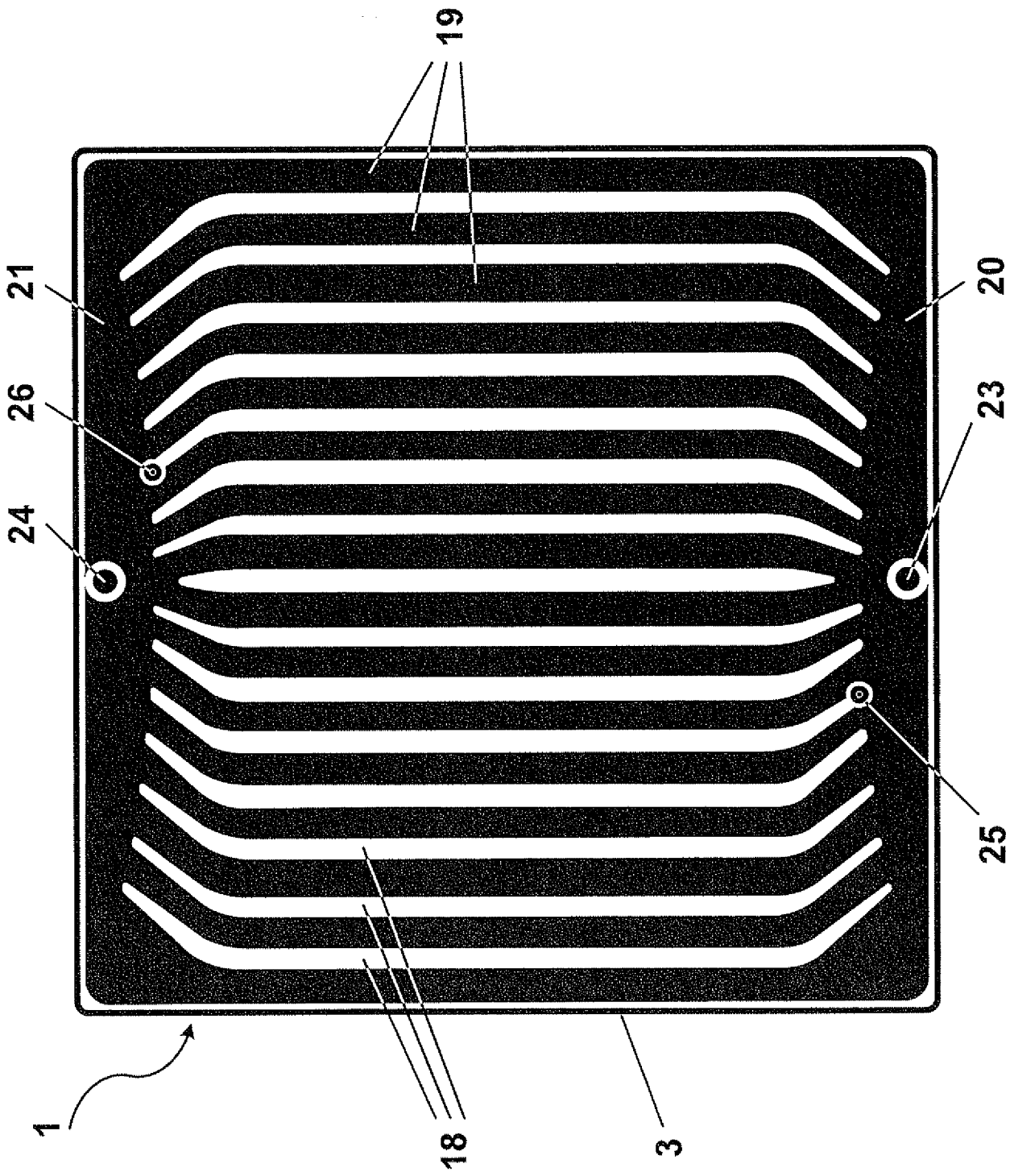


Fig. 3

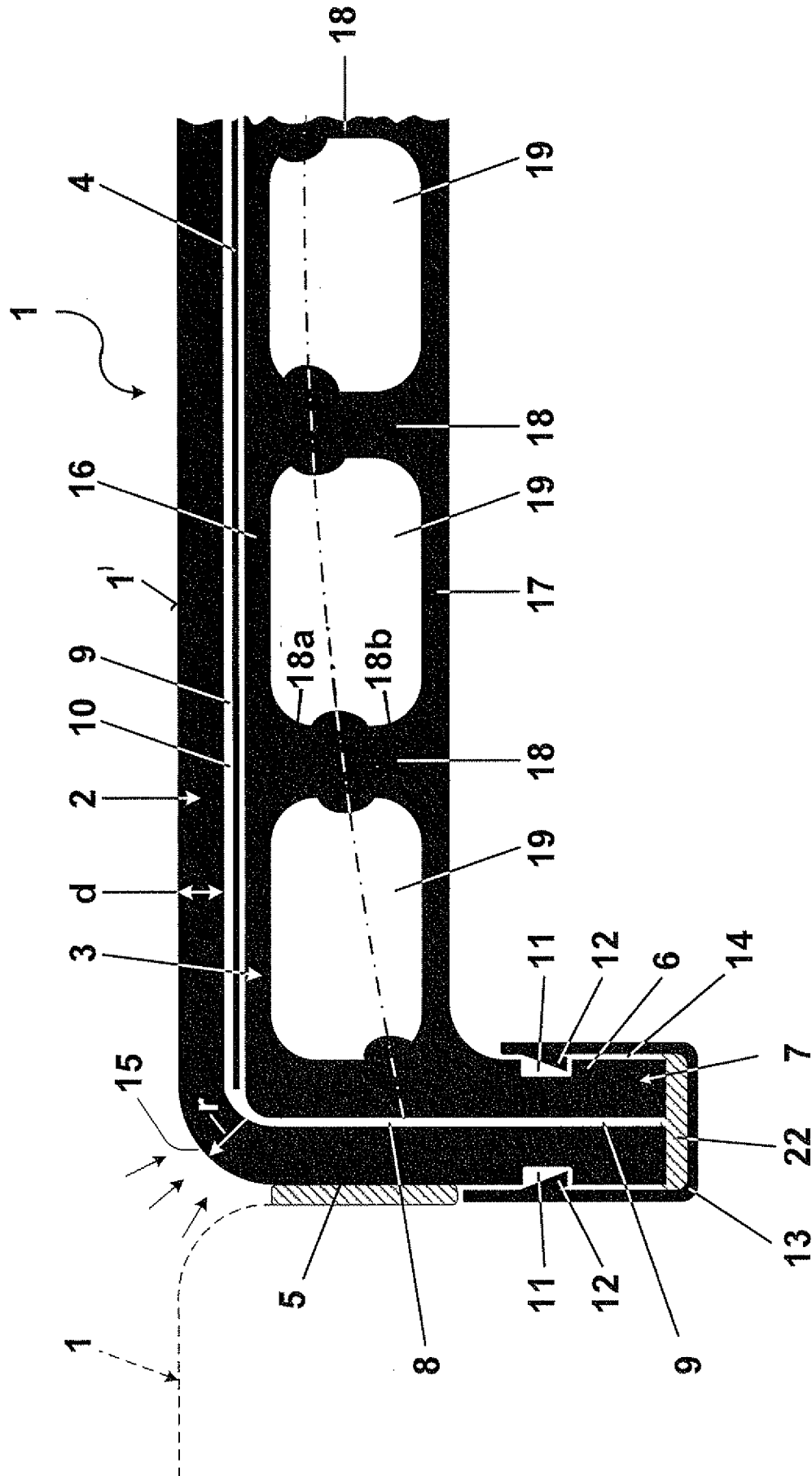


Fig. 4

