

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. September 2022 (15.09.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/189295 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 10/655 (2014.01) H01M 10/6556 (2014.01)
H01M 50/609 (2021.01) H01M 10/6567 (2014.01)
H01M 10/613 (2014.01) H01M 50/20 (2021.01)
H01M 10/625 (2014.01) H01M 50/209 (2021.01)
H01M 10/647 (2014.01) H01M 50/249 (2021.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/055573

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. März 2022 (04.03.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 105 861.9
10. März 2021 (10.03.2021) DE

(71) Anmelder: E-TECHNOLOGIES GMBH [DE/DE];
Thalfinger Straße 63, 89275 Elchingen (DE).

(72) Erfinder: LAMM, Arnold; Thalfinger Straße 63, 89275
Elchingen (DE).

(74) Anwalt: KAUFMANN, Ursula; Gaisburgstraße 21, 70182
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: DIRECTLY COOLED BATTERY MODULE AND BATTERY WITH A DIRECTLY COOLED BATTERY MODULE

(54) Bezeichnung: DIREKTGEKÜHLTES BATTERIEMODUL UND BATTERIE MIT EINEM DIREKTGEKÜHLTEN
BATTERIEMODUL

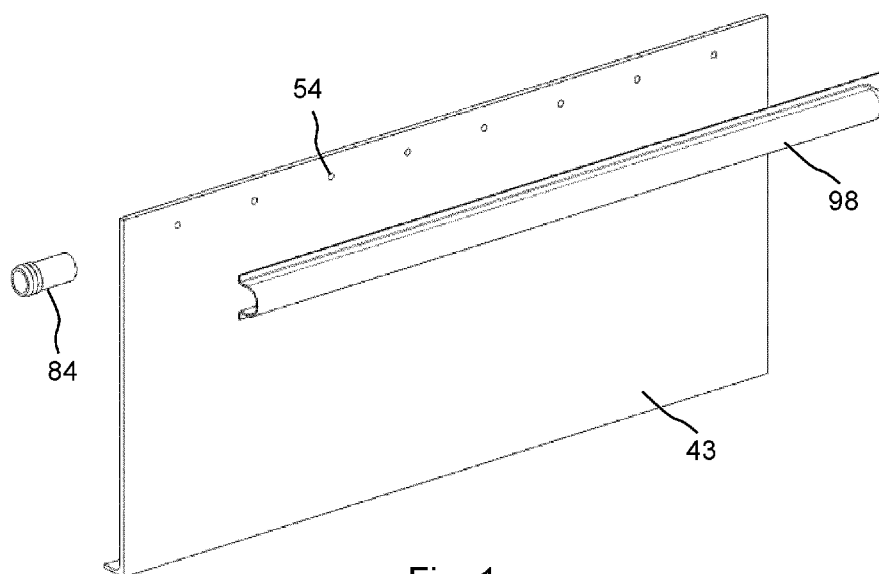


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a directly cooled battery module (100) comprising at least one module casing (40) and a plurality of battery cells (10) arranged within the module casing (40). The module casing (40) encloses the plurality of battery cells (10) at least in some regions, and the battery cells (10) has a vertical axis (20) and first and second end faces (16, 18), which are mutually spaced in the direction of the vertical axis (20), and are arranged successively in the form of a cell packet (38) in a stacking direction (26) which is transverse to the vertical axis (20). The battery module also comprises a fluid supply device (50) with at least one inlet opening (54), which conducts a cooling liquid (60) to the battery cells (10) when operated as intended, and at least one outlet opening (56) for freely discharging the cooling liquid (60) out of the module casing (40) and/or the cell packet (38) and into the surroundings of the module casing (40), in particular into a battery housing (210) when arranged in a battery housing (210) as intended. The invention additionally relates to a battery (200) comprising at least one directly cooled battery module (100).



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein direktgekühltes Batteriemodul (100) mit wenigstens einer Modulumhüllung (40) und einer Mehrzahl von innerhalb der Modulumhüllung (40) angeordneten Batteriezellen (10), wobei die Modulumhüllung (40) die Mehrzahl der Batteriezellen (10) wenigstens bereichsweise umschließt, wobei die Batteriezellen (10) eine Hochachse (20) und in Richtung der Hochachse (20) voneinander beabstandete erste und zweite Stirnseiten (16, 18) aufweisen, und in einer Stapelrichtung (26) quer zur Hochachse (20) aufeinander folgend als Zellenpaket (38) angeordnet sind, mit einer Fluidzufuhreinrichtung (50) mit wenigstens einer Eintrittsöffnung (54), welche im bestimmungsgemäßen Betrieb eine Kühlflüssigkeit (60) auf die Batteriezellen (10) leitet und mit wenigstens einer Austrittsöffnung (56) zum freien Austritt der Kühlflüssigkeit (60) aus der Modulumhüllung (40) und/oder dem Zellenpaket (38) in eine Umgebung der Modulumhüllung (40), insbesondere bei bestimmungsgemäßer Anordnung in einem Batteriegehäuse (210) in das Batteriegehäuse (210). Die Erfindung betrifft ferner eine Batterie (200) mit wenigstens einem direktgekühlten Batteriemodul (100).

Beschreibung

Titel

Direktgekühltes Batteriemodul und Batterie mit einem direktgekühlten Batteriemodul

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein direktgekühltes Batteriemodul sowie eine Batterie mit wenigstens einem direktgekühlten Batteriemodul, insbesondere für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug.

Hochvolt-Batterien für elektrisch angetriebene Fahrzeuge, wie beispielsweise Hybrid-, Plugin- oder Elektrofahrzeuge oder für Stationäranwendungen, wie beispielsweise Stromversorger oder Stromspeicher, bestehen aus vielen elektrisch in Reihe und/oder parallel geschalteten Einzelzellen.

Innerhalb einer Batterie sind die Einzelzellen üblicherweise in sogenannten Batteriemodulen zusammengefasst, die jeweils eine bestimmte Anzahl von Batteriezellen als Zellpaket inklusive der Einrichtungen zu deren mechanischer Fixierung, zur elektrischen Kontaktierung und zur Temperierung (Kühlung, Heizung) enthalten. Die Batteriemodule, typischerweise pro Batterie 8 bis 36 Batteriemodule, sind wiederum in einem stabilen Batteriegehäuse untergebracht, welches zusätzlich die nötigen Einrichtungen zur elektrischen Steuerung und Absicherung der Batterie, wie Batteriemanagementsystem (BMS), Sicherungen, Schütze zum Zuschalten und Abschalten des Stroms, Zellspannungsüberwachungselektronik (cell supervision electronics CSE), Strommesser sowie die Anschlüsse nach außen (Stromzuleitung und Stromableitung, Kühlmittelzuführung und Kühlmittelabführung, Anschluss Batteriesteuerung und dergleichen, enthält.

Bei besonders hohen Anforderungen an die Kühlung, die bei großen Lade- und Entladeströmen gestellt werden, ggf. in Verbindung mit hohen elektrischen Innenwiderständen der Zellen, ist eine direkte Umströmung der Zellen durch das Kühlmittel, eine sogenannte Direktkühlung, sinnvoll. Da die Oberflächen des Zellgehäuses, bzw. Teile des Zellgehäuses, üblicherweise spannungs- oder potentialführend sind, wird hierbei ein elektrisch nichtleitendes Kühlmittel eingesetzt. Bekannt sind beispielsweise die Verwendung von speziellen Ölen wie Transformatorenöl, Silikonöl, und dergleichen oder von speziellen Fluorkohlenwasserstoffen (FKWs). Fluorkohlenwasserstoffe sind mit verschiedenen Siedepunkten verfügbar, so dass sich hiermit nicht nur eine einfache Tauchbadkühlung, sondern auch eine Siedebadkühlung darstellen lässt.

Zur Sicherstellung der Direktkühlung wird üblicherweise jedes Batteriemodul mit einem allseitig dicht ausgeführten Modulgehäuse als Modulummhüllung ausgebildet und mit einer Kühlmittelzuleitung und Kühlmittelableitung sowie mit dichten Durchführungen durch die Modulummhüllung versehen, insbesondere für die Stromzuleitung und Stromableitung, die Signalleitungen für die Zellspannungen, welche zur CSE, bzw. zu einer Einrichtung zum Messen der Zellspannung sowie zum Ladezustandsausgleich, dem sogenannten Balancing, geführt werden, und für Sensorleitungen, beispielsweise für die Temperaturüberwachung innerhalb des Batteriemoduls.

Offenbarung der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen verbesserten Aufbau eines direktgeköhlten Batteriemoduls zu schaffen.

Eine weitere Aufgabe ist es, eine Batterie mit wenigstens einem direktgekühlten Batteriemodul zu schaffen, welches einen verbesserten Aufbau des Batteriemoduls aufweist.

5 Die Aufgaben werden durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Günstige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

10 Nach einem Aspekt der Erfindung wird ein direktgekühltes Batteriemodul mit wenigstens einer Modulummhüllung und einer Mehrzahl von innerhalb der Modulummhüllung angeordneten Batteriezellen vorgeschlagen, wobei die Modulummhüllung die Mehrzahl der Batteriezellen wenigstens bereichsweise umschließt, wobei die Batteriezellen eine Hochachse und in Richtung der Hochachse voneinander beabstandete erste und zweite Stirnseiten
15 aufweisen und in einer Stapelrichtung quer zur Hochachse aufeinander folgend als Zellpaket angeordnet sind. Das Batteriemodul weist eine Fluidzufuhreinrichtung mit wenigstens einer Eintrittsöffnung auf, welche im bestimmungsgemäßen Betrieb eine Kühlflüssigkeit auf die Batteriezellen leitet. Das Batteriemodul weist weiter wenigstens eine Austrittsöffnung zum
20 freien Austritt der Kühlflüssigkeit aus der Modulummhüllung und/oder dem Zellpaket in eine Umgebung der Modulummhüllung, insbesondere bei bestimmungsgemäßer Anordnung in einem Batteriegehäuse in das Batteriegehäuse, auf.

25 Das erfindungsgemäße Batteriemodul weist den Vorteil auf, dass auf eine hermetisch dichte Modulummhüllung verzichtet werden kann. Dies erleichtert den Aufbau von Batteriemodulen. Darüber hinaus können durch eine derartige Ausgestaltung Sicherheitseinrichtungen der Batteriemodule und gegebenenfalls auch der Batterien vereinfacht werden.

30

Auf die Dichtigkeit der Batteriemodule, welche sich nur mit hohem technischem Aufwand darstellen lässt, und welche bei Direktkühlung mit FKWs besonders aufwendig ist, da diese durch jede Art von Kunststoffumhüllung oder Kunststoffdichtung hindurch diffundieren können und daher ständig ergänzt werden müssen, kann so verzichtet werden.

Da im Inneren des Batteriemoduls daher nur geringer oder kein Überdruck mehr gegenüber der Umgebung vorliegt, kann die Modulumhüllung einfacher und weniger stabil ausgeführt werden. Der Überdruck kommt durch die zum Aufrechterhalten der Kühlmittelströmung nötige Pumpenleistung zustande. Der Druckverlust beim Überströmen der ersten und/oder zweiten Stirnseiten, insbesondere der Anschlusselemente, ist gering. So kann bei einem freien Ausströmen der Kühlflüssigkeit in ein als Wanne ausgebildetes Gehäuseunterteil von einem nötigen geringen Überdruck von höchstens 100 mbar ausgegangen werden. Wenn in einem anderen Ausführungsbeispiel die Kühlflüssigkeit unterhalb des Zellpakets am Boden des Batteriemoduls zurückströmen muss und über eine Kanalstruktur in einen Ausgleichsbehälter, kann von einem nötigen geringen Überdruck von höchstens 500 mbar ausgegangen werden.

Auch muss das Kühlmittel nicht mehr zwischen Zuleitungs- und Ableitungsanschluss durch aufwändige Verteiler-, Sammler- und Leiteinrichtungen geführt werden, um eine gleichmäßige Kühlung aller einzelnen Zellen eines Batteriemoduls zu erreichen.

Unter anderem bei Überladen oder Kurzschluss der Batteriezelle kann sich im Inneren der Zelle ein Druck aufbauen, der ab einem bestimmten Wert definiert abgebaut werden muss, um eine exotherme Reaktion der Zellchemie mit entsprechender thermischer Propagation in dem Batteriemodul und weiter in der Batterie zu verhindern. Das dabei u.a. durch Verdampfung des Elektrolyten entstehende Gas wird als Ventinggas bezeichnet.

Die Modulummhüllung des erfindungsgemäßen Batteriemoduls muss für diesen Fall nicht mehr mit Überdruckeinrichtungen, wie Ventilen, Membranen oder Klappen, der sogenannten Ventineinrichtung, versehen werden, um die Zerstörung eines dichten Modulgehäuses bei abblasenden Zellen zu verhindern. Dadurch können weitere Kosten und Bauraumbedarf des Batteriemoduls eingespart werden.

So kann zur Reduzierung der Kosten, des Gewichts, des Bauraumbedarfs sowie zur besseren Wärmeabfuhr bei erhöhter Sicherheit gegenüber thermischer Propagation die elektrisch nichtleitende Kühlflüssigkeit über Leitungen dem Batteriemodul zugeführt werden, innerhalb des Batteriemoduls verteilt werden und dann über wenigstens eine Austrittsöffnung in der Modulummhüllung zum definierten Austreten der Kühlflüssigkeit frei nach außen austreten.

Das aus den Batteriemodulen in das Batteriegehäuse im Normalbetrieb austretende Kühlmittel wird nachfolgend dort gesammelt oder abgesaugt und kann dem Kühlmittelkreislauf erneut zugeführt werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Batteriemodul muss nur das Batteriegehäuse selbst dicht ausgeführt werden, was üblicherweise zur Abschirmung des der Batteriemodule vor Umwelteinflüssen bereits so umgesetzt ist, nicht aber die Vielzahl von Modulgehäusen der im Batteriegehäuse angeordneten Batteriemodule, wodurch sich die Kosten, das Gewicht und der Bauraumbedarf reduzieren. Insbesondere können die Leitungen für die Stromzuführung und Stromabführung, sowie die Signal- und Messleitungen durch einfache Öffnungen, bzw. Durchbrüche in der Modulummhüllung geführt werden, wobei die aufwendige Abdichtung entfällt. Da das Innere des Moduls praktisch drucklos ist, kann die Umhüllung deutlich leichter gebaut werden.

Zusätzliche Ventingeinrichtungen im Modulgehäuse, die erst bei innerem Überdruck öffnen, wie Überdruckventile, Überdruckmembranen oder Überdruckklappen, sind nicht erforderlich.

5 Weiterhin können bei dieser Lösung die sonst üblichen Kühlmittelableitungen in der Batterie entfallen, welche das Kühlmittel von den Batteriemodulen einsammeln und dem Kühlkreislauf der Batterie zuführen. Zudem entfällt ein separater Füllstands- bzw. Vorratsbehälter für das Kühlmittel. Diese Funktion kann das Batteriegehäuseunterteil
10 übernehmen.

Vorteilhaft kann eine Querachse zwischen den Anschlusselementen der Batteriezellen, insbesondere quer zu der Hochachse und quer zu der Stapelrichtung, ausgebildet sein. Die Anschlusselemente liegen dabei in
15 einer Längserstreckung der Batteriezelle auf der ersten Stirnseite der Batteriezelle. Dies entspricht so genannten prismatischen Batteriezellen. Denkbar sind jedoch auch zylindrische Batteriezellen (Rundzellen) oder sogenannte Pouchzellen (Beutzelzellen).

20 Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann innerhalb der Modulumhüllung wenigstens ein Fluidkanal in einer Endplatte zwischen der ersten Stirnseite und der zweiten Stirnseite der Batteriezellen angeordnet sein. Vorteilhaft kann ein bereits vorhandener Bauraum zur Führung der Kühlflüssigkeit genutzt werden, so dass das Batteriemodul
25 relativ klein bauen kann. Es kann auf zusätzliche Verrohrung zur Führung der Kühlflüssigkeit verzichtet werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die wenigstens eine Eintrittsöffnung in einer der Endplatten angeordnet sein,
30 insbesondere in Nähe der Unterseite der Modulumhüllung. Günstigerweise ist das Batteriemodul zwischen zwei Endplatten angeordnet und dazwischen eingespannt.

Vorteilhaft kann die Kühlflüssigkeit in der Endplatte zur Stirnseite mit den elektrischen Anschlüssen aufsteigen, dort über die Anschlüsse strömen und in der gegenüberliegenden Endplatte zur gegenüberliegenden Stirnseite strömen. Vorteilhaft können so die Batteriezellen an den elektrischen Anschlusselementen und Zellverbindern, wo ein Großteil der Wärme in der Batteriezellen entsteht, überströmt und besonders wirksam gekühlt werden.

Es kann auf zusätzliche Verrohrung zur Führung der Kühlflüssigkeit verzichtet werden. Alternativ ist auch möglich, dass die Eintrittsöffnung in die Endplatte von der Unterseite der Endplatte und/oder von der Unterseite der Modulumhüllung angeordnet ist.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die wenigstens eine Austrittsöffnung an der Unterseite der Modulumhüllung angeordnet sein. Dort kann die Kühlflüssigkeit frei in die Umgebung der Modulumhüllung austreten. Günstigerweise kann die wenigstens eine Austrittsöffnung nahe der Endplatte mit der wenigstens einen Eintrittsöffnung angeordnet sein, so dass die Kühlflüssigkeit zwischen Modulumhüllung und den Batteriezellen strömen und weiter Wärme abführen kann. Es kann auf zusätzliche Verrohrung zur Führung der Kühlflüssigkeit verzichtet werden. In diesem Fall werden die Batteriezellen an der ersten Stirnseite im Bereich der elektrischen Anschlusselemente mit der Kühlflüssigkeit überströmt sowie an der zweiten Stirnseite am Boden der Batteriezellen durch die Kühlflüssigkeit unterströmt. Damit kann eine vorteilhafte Abfuhr der Verlustwärme aus den Batteriezellen erreicht werden, da die Verlustwärme zu einem großen Teil im Bereich der Anschlusselemente entsteht.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die Fluidzufuhreinrichtung eine Verteilerleitung mit einer Mehrzahl von Eintrittsöffnungen aufweisen.

Insbesondere kann die Fluidzufuhreinrichtung dabei wenigstens eine Eintrittsöffnung pro Batteriezelle, insbesondere pro elektrischem Anschlusselement der Batteriezellen aufweisen. Die Kühlflüssigkeit kann so günstigerweise innerhalb des Batteriemoduls flächig verteilt werden, um
5 eine besonders effektive Kühlung der Batteriezellen zu erreichen. Vorteilhaft kann so wenigstens eine Eintrittsöffnung pro elektrischem Anschlusselement der Batteriezellen für die Kühlflüssigkeit aus der Verteilerleitung in den Innenraum des Batteriemoduls vorgesehen werden. Dabei kann die Eintrittsöffnung zweckmäßigerweise in unmittelbarer Nähe
10 eines Anschlusselements, beispielsweise direkt gegenüber eines Anschlusselements, vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich kann eine Mehrzahl an Austrittsöffnungen vorhanden sein.

Dabei ist es ausreichend, wenn wenigstens eine Austrittsöffnung zum
15 definierten Austritt der Kühlflüssigkeit vorhanden ist und weitere Austrittsöffnungen sich in Form von ungedichteten Durchbrüchen, Öffnungen, Spalten, beispielsweise für Kabel und Sensorleitungen und dergleichen, in der Umhüllung befinden, durch die ein weiterer geringer Teil der Kühlflüssigkeit undefiniert austreten kann.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die Fluidzufuhreinrichtung für eine gezielte Verteilung der Kühlflüssigkeit über wenigstens eine der beiden Stirnseiten der Batteriezellen im Zellpaket ausgebildet sein. Insbesondere kann die Fluidzufuhreinrichtung dabei für
20 eine gezielte Verteilung der Kühlflüssigkeit über die elektrischen Anschlusselemente der Batteriezellen im Zellpaket ausgebildet sein. Die Kühlflüssigkeit kann so günstigerweise innerhalb des Batteriemoduls flächig über eine Stirnseite der Batteriezellen, bevorzugt die Stirnseite mit den elektrischen Anschlusselementen, verteilt werden, um eine besonders
25 effektive Kühlung der Anschlusselemente zu erreichen. Vorteilhaft kann eine effiziente Abfuhr der Wärme erreicht werden, da die Wärme in einer Batteriezelle üblicherweise im Bereich der Anschlusselemente entsteht.
30

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die Fluidzufuhreinrichtung eine Düsenanordnung aufweisen, welche die Kühlflüssigkeit auf das Zellpaket sprüht. Auf diese Weise kann die Kühlflüssigkeit flächig beispielsweise auf die Stirnseite der Batteriezellen, insbesondere diejenige mit den Anschlusselementen, verteilt werden, um so eine möglichst effektive Kühlung der Batteriezellen am Ort des Entstehens der Wärme, nämlich den Anschlusselementen, zu erreichen.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann innerhalb der Modulummhüllung wenigstens ein Fluidkanal zwischen der ersten Stirnseite und der zweiten Stirnseite der Batteriezellen im Zellpaket angeordnet sein. Die in dem wenigstens einen Fluidkanal strömende oder stehende Kühlflüssigkeit kann der flächigen Kühlung an Längsseiten bzw. Umfangsseiten der Batteriezellen dienen. Zudem kann eine weitere günstige Wärmeabfuhr durch flächiges Überströmen der elektrischen Anschlusselemente an der ersten Stirnseite ohne explizit ausgebildeten Fluidkanal erfolgen. Vorteilhaft kann im Bereich zwischen den elektrischen Anschlusselementen entlang des Zellpakets ein Füllkörper, beispielsweise in Form eines Blisters, angeordnet sein, sodass die Kühlflüssigkeit zu beiden Seiten des Füllkörpers im Wesentlichen über die elektrischen Anschlusselemente strömt. Sind zwischen den Anschlusselementen Ventingöffnungen in den Zellgehäusen angeordnet, kann trotzdem ein Füllkörper darüber angeordnet sein. Dafür kann der Füllkörper zweckmäßigerweise am Ort der Ventingöffnungen geeignete Aussparungen aufweisen, durch welche austretendes Gas ausströmen kann. Der Füllkörper begünstigt eine geeignete Strömung der Kühlflüssigkeit über die elektrischen Anschlusselemente für eine möglichst große Wärmeabfuhr am Ort der Entstehung, da die Verlustwärme zu einem großen Teil im Bereich der Anschlusselemente entsteht. Weiter verringert der Füllkörper das freie Volumen in dem Batteriemodul, sodass ein geringeres Volumen an Kühlflüssigkeit benötigt wird.

Weiter kann die Kühlflüssigkeit besonders im Fall einer erhöhten Wärmeentwicklung in einer Batteriezelle, beispielsweise bei Überladen oder internem Kurzschluss, eine thermische Propagation durch die Wärme
5 verhindern oder zumindest reduzieren, da die Wärme so besonders effektiv über Strömung oder Konvektion abgeführt werden kann.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann zwischen den Batteriezellen in Richtung der Hochachse zumindest teilweise eine
10 flüssigkeitsdurchlässige Lage, insbesondere eine poröse Klebmatte, angeordnet sein. Alternativ kann eine Kanalstruktur mit von einer Stirnseite zur anderen Stirnseite der Batteriezellen im Zellpaket verlaufenden Kanälen angeordnet sein, welche parallel oder schräg zu der Hochachse verlaufen können, wobei die Kanäle wenigstens bereichsweise durchgehend oder
15 wenigstens bereichsweise als Sackkanäle ausgebildet sind. Die Kühlflüssigkeit kann in der flüssigkeitsdurchlässigen Lage oder der Kanalstruktur zwischen den Batteriezellen vorhanden sein oder die Kanäle sogar durchströmen. Die Kühlflüssigkeit kann so der flächigen Kühlung an Längsseiten bzw. Umfangsseiten der Batteriezellen dienen. Weiter kann die
20 Kühlflüssigkeit besonders im Fall einer erhöhten Wärmeentwicklung in einer Batteriezelle, beispielsweise bei Überladen oder internem Kurzschluss, eine thermische Propagation durch die Wärme verhindern oder zumindest reduzieren, da die Wärme so besonders effektiv über Strömung oder Konvektion abgeführt werden kann.

Vorteilhaft kann zwischen den Batteriezellen eine poröse Schaummatte, bzw. eine gummiartige Pressmatte mit Kanälen als flüssigkeitsdurchlässige Lage angeordnet sein, welche sich bei Inbetriebnahme der Batterie mit Kühlflüssigkeit füllt. Dies hat im Falle einer thermischen Propagation der
30 Batterie einen zusätzlichen Vorteil.

Nach einer exothermen Reaktion in einer Batteriezelle im Batteriemodul mit einem Venting (Abblasen) des entstandenen Gases an der ersten Stirnseite direkt in die Kühlflüssigkeit kommt es zu einer so genannten kapazitiven Kühlung, bei der die Wärmeenergie nicht abgeführt, sondern von dem umgebenden Material aufgenommen und gespeichert wird, und im Extremfall zu einer Verdampfungskühlung zwischen der defekten Batteriezelle und den beiden Nachbarzellen sowie der kühlmittelbeaufschlagten ersten oder zweiten Stirnseite oder gegebenenfalls kühlmittelbeaufschlagten Längsseiten der defekten Batteriezelle.

Ein unerwünscht starker Temperaturanstieg in den beiden Nachbarzellen zur defekten Batteriezelle kann so unterbunden werden. Eine thermische Propagation im Batteriemodul und der Gesamtbatterie kann vorteilhaft verhindert werden. Darüber hinaus kann das Ventinggas sich mit einem Teil der verdampften Kühlflüssigkeit verbinden und über einen Ventingmechanismus außerhalb des Batteriemoduls in der Batterie sicher abgeleitet werden.

Ein durch Verbindung von Elektrolytgas und Kühlflüssigkeit entstandenes Gasgemisch ist üblicherweise weit weniger brennbar als das reine Elektrolytgas. Auch kann so eine direkte Entzündung oberhalb der Batteriezellen durch die Kühlflüssigkeit verhindert werden. Funkenbildung, die zum Entzünden des Elektrolytgases führt, kann verhindert werden. Durch die Kühlflüssigkeit kann es zum Löschen der defekten entzündeten Batteriezelle kommen. Der schädliche Prozess kann zum Erliegen kommen.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls können die Eintrittsöffnungen für die Kühlflüssigkeit auf die ersten Stirnseiten gerichtet so angeordnet sein, dass die Kühlflüssigkeit aus den Eintrittsöffnungen auf die ersten Stirnseiten austritt. Die Austrittsöffnungen können dabei an der bezüglich der Hochachse gegenüberliegenden Seite des Zellpakets angeordnet sein. Bei aufrecht stehenden Batteriezellen mit der ersten Stirnseite mit den Anschlusselementen auf der Oberseite kann so die Kühlflüssigkeit an der Oberseite eintreten und zwischen den Batteriezellen auf Grund der Schwerkraft nach unten abströmen und so aus dem Batteriemodul an der Unterseite frei austreten. Dadurch können die Batteriezellen besonders effektiv gekühlt werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls können die Eintrittsöffnungen auf die zweiten Stirnseiten gerichtet so angeordnet sein, dass die Kühlflüssigkeit aus den Eintrittsöffnungen auf die zweiten Stirnseiten trifft. Dabei können die Austrittsöffnungen an der bezüglich der Hochachse gegenüberliegenden Seite des Zellpakets angeordnet sein. In einer alternativen Ausführungsform kann die Kühlflüssigkeit auch an der Unterseite des Batteriemoduls zugeführt werden, entlang der Längsseiten der Batteriezellen aufsteigen und aus dem Batteriemodul an der Oberseite austreten.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die Fluidzufuhreinrichtung bezogen auf die Hochachse auf der Seite des Zellpakets mit den ersten Stirnseiten oder auf der Seite des Zellpakets mit den zweiten Stirnseiten angeordnet sein. Zweckmäßigerweise kann die Fluidzufuhreinrichtung auf der Seite des Zellpakets angeordnet sein, an der die Wärme entsteht, um die Wärme so besonders effektiv abführen zu können.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls können die Austrittsöffnungen auf einer Höhe der Hochachse zwischen den ersten und zweiten Stirnseiten der Batteriezellen im Zellpaket seitlich in der Modulummhüllung angeordnet sein. Auf diese Weise kann ein unterer Teil des Batteriemoduls von der Kühlflüssigkeit geflutet sein und durch Überströmöffnungen bei nachströmender Kühlflüssigkeit wieder aus der Modulummhüllung abfließen. Dadurch ist innerhalb des Batteriemoduls jeweils eine gewisse Menge an Kühlflüssigkeit vorhanden, welche als Reservoir für plötzlich auftretenden Kühlbedarf dienen kann. Als Austrittsöffnungen können auch Durchführungen für elektrische Leitungen vorgesehen sein.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die Modulummhüllung als um die Hochachse des Zellpakets umlaufende Wandung, insbesondere als Band oder Rahmen, ausgebildet sein. Die Modulummhüllung kann so beispielsweise als Modulrahmen dienen, welcher einen zum Betrieb der Batteriezellen nötigen Druck auf Grund eines Zelldickenwachstums durch zyklisches Laden und Entladen und/oder durch Zellalterung aufbringen kann. Ein solcher Modulrahmen muss bei dem erfindungsgemäßen Batteriemodul nicht hermetisch dicht ausgebildet sein, was eine vorteilhafte und preiswerte Gestaltung zulässt.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die Modulummhüllung eine die Hochachse des Zellpakets umlaufende Wandung und zumindest eine zumindest weitgehend geschlossene Oberseite auf der Seite des Zellpakets mit den ersten Stirnseiten aufweisen. Dabei können die Fluidzufuhreinrichtung auf der Seite des Zellpakets mit den zweiten Stirnseiten und die Austrittsöffnungen in der Oberseite angeordnet sein.

Bei dieser Ausführungsform kann die Kühlflüssigkeit von der Unterseite in das Batteriemodul zugeführt werden und an der Oberseite durch die Austrittsöffnungen austreten. Auf diese Weise kann auch im Ventingfall einer Batteriezelle austretendes Ventinggas sich direkt mit der Kühlflüssigkeit verbinden und durch die in der Nähe liegenden Austrittsöffnungen an der Oberseite des Batteriemoduls austreten, was eine erhöhte Sicherheit im Betrieb des Batteriemoduls gewährleistet.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls können die Austrittsöffnungen einen Querschnitt dergestalt aufweisen, dass an den Austrittsöffnungen ein höherer Druckverlust für die Kühlflüssigkeit auftritt als an den Eintrittsöffnungen sowie in einem weiteren Verlauf einer Strömung der Kühlflüssigkeit zwischen den Eintrittsöffnungen und den Austrittsöffnungen. In besonders vorteilhafter Weise kann beispielsweise im Batteriemodul in Verlängerung eines kurzen Anschlussstutzens der Fluidzufuhreinrichtung ein im Querschnitt großzügig bemessener Kanal ausgebildet sein, durch welchen die Kühlflüssigkeit ohne wesentliche Drosselung vollflächig einströmen kann, wobei die gleichmäßige Verteilung im Batteriemodul dann ohne zusätzliche Leiteinrichtungen durch die als Drosseln mit geringem Querschnitt ausgeführten und entsprechend angeordneten Austrittsöffnungen erfolgt.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls können im Inneren der Modulumhüllung, insbesondere im Bereich der Fluidzufuhreinrichtung und/oder einer Fluidabfuhr Füllkörper angeordnet sein. Die im Inneren des Batteriemoduls befindliche Menge an Kühlflüssigkeit kann so durch in die Hohlräume eingebrachte Füllkörper, beispielsweise als geschlossenporige Schäume, Kunststoff-Hohlkörper, und dergleichen, reduziert werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann eine Zellverbindereinheit und/oder eine Abdeckung auf der Seite des Zellpakets mit den ersten Stirnseiten der Batteriezellen angeordnet sein, wobei die Fluidzufuhreinrichtung in die Zellverbindereinheit und/oder die Abdeckung integriert sein kann. Auf diese Weise kann eine in der Regel ohnehin vorhandene Zellverbindereinheit, welche die metallischen Zellverbinder in einem Bauteil zusammenfasst, zur Verteilung der Kühlflüssigkeit verwendet werden. Hierzu können Kunststofffolien einer Oberlage und einer Unterlage der Zellverbindereinheit miteinander verklebt oder verschweißt werden. Die beiden Lagen, welche die Zellverbinder von oben und unten einschließen, können im mittleren Teil mit als halbrundförmige Verprägungen ausgebildeten Halbschalen versehen werden, welche die Verteilerleitung bilden, die an der Unterseite wiederum mit Eintrittsöffnungen zum Eintreten der Kühlflüssigkeit in das Batteriemodul versehen sein können.

Zur Senkung von Bauraumbedarf und Kosten ist auch möglich, die in der Regel ohnehin vorhandene, aus gestanzten und umgeformten Kunststofffolien in einer sogenannten Blistertechnologie gefertigte und direkt auf die Zellen gelegte Isolationsabdeckung, die Kurzschlüsse zwischen den spannungs- bzw. potentialführenden Zellgehäusen und den Zellverbindern verhindert, zur Verteilung der Kühlflüssigkeit zu verwenden. Hierzu kann durch ein halbrundförmiges und auf der Rückseite verschlossenes Blisterteil als Oberteil, das auf das ebene Unterteil der Isolationsabdeckung durch Thermoschweißung aufgebracht wird, eine Verteilerleitung gebildet werden, in deren offenes Ende ein Anschlussstutzen zur Zuführung der Kühlflüssigkeit eingebracht sein kann. Die Ausbringung der Kühlflüssigkeit erfolgt dann durch im Bereich der Verteilerleitung in die Unterseite der Isolationsabdeckung eingebrachte Eintrittsöffnungen.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die Fluidzufuhreinrichtung an einer der Stirnseiten zwischen einander gegenüber liegenden elektrischen Anschlusselementen einer Batteriezelle, insbesondere mittig dazwischen, angeordnet sein. Alternativ oder
5 zusätzlich kann die Fluidzufuhreinrichtung die Verteilerleitung mit Eintrittsöffnungen aufweisen, wobei die Eintrittsöffnungen in Stapelrichtung über den Batteriezellen verteilt angeordnet sind. Bei einer solchen Ausführungsform können in einer Längserstreckung der Batteriezelle einander gegenüber liegende Anschlusselemente von der dazwischen
10 liegenden Verteilerleitung mit Kühlflüssigkeit versorgt werden, sodass eine besonders effektive Kühlung gewährleistet ist.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die Fluidzufuhreinrichtung an der Modulumhüllung nahe einer der Stirnseiten
15 angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Fluidzufuhreinrichtung die Verteilerleitung mit Eintrittsöffnungen aufweisen, wobei die Eintrittsöffnungen in Stapelrichtung über die Anzahl der Batteriezellen verteilt angeordnet sind. Vorteilhaft ist auch, die thermisch hoch belasteten Anschlusselemente der Batteriezellen durch in Verbindungsbleche als
20 Seitenteile der Modulumhüllung integrierte Verteilerleitungen von der Seite her mit Kühlflüssigkeit zu besprühen, die im Weiteren durch geeignete Abdichtung der Oberseite des Zellpakets nach Kühlung der Zelloberseiten über in Endplatten des Batteriemoduls angeordnete Kanäle nach unten abfließt.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Batteriemoduls kann die Fluidzufuhreinrichtung an der Modulumhüllung an den ersten Stirnseiten auf Höhe der elektrischen Anschlusselemente angeordnet sein. Alternativ
25 oder zusätzlich kann die Fluidzufuhreinrichtung die Verteilerleitung mit Eintrittsöffnungen aufweisen, wobei die Eintrittsöffnungen in Stapelrichtung der Batteriezellen verteilt angeordnet sind.
30

Insbesondere können dabei die Anschlusselemente als Prallelement bei einem Zuführen der Kühlflüssigkeit dienen. Die Kühlflüssigkeit kann insbesondere von der Seite auf die Anschlusselemente geleitet werden. Auf diese Weise können die Anschlusselemente der Batteriezellen besonders effektiv mit Kühlflüssigkeit versorgt und gekühlt werden.

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Batterie mit wenigstens einem direktgekühlten Batteriemodul und mit einem Batteriegehäuse mit einem fluiddichten Gehäuseunterteil vorgeschlagen, wobei das Batteriegehäuse einen Fluideinlass und wenigstens einen Fluidauslass für Kühlflüssigkeit aufweist. Der Fluideinlass ist mit einer Fluidzufuhreinrichtung des wenigstens einen Batteriemoduls fluidisch verbunden. Dabei weist das Batteriegehäuse wenigstens einen Sammelraum zum Sammeln der aus dem wenigstens einen Batteriemodul frei ausgetretenen Kühlflüssigkeit auf.

Während in Batterien mit Direktkühlung nach dem bekannten Stand der Technik die Kühlflüssigkeit durch entsprechende Leitungssysteme zu jedem einzelnen Batteriemodul hingeführt und von dort wieder abgeführt wird, entfallen bei der erfindungsgemäßen Ausführung die Rückführleitungen, da die Kühlflüssigkeit aus den Batteriemodulen in das Batteriegehäuseunterteil austritt und dort aufgefangen oder abgesaugt wird und wieder dem Kühlkreislauf zugeführt werden kann.

Die elektrisch nichtleitende Kühlflüssigkeit wird dem Batteriemodul über Leitungen zugeführt, innerhalb des Batteriemoduls verteilt und dann über Austrittsöffnungen in der Modulummhüllung oder den Zellpaketen der Batteriemodule frei nach außen austreten gelassen. Das aus den Batteriemodulen in das Batteriegehäuse austretende Kühlmittel kann nachfolgend dort eingesammelt oder abgesaugt und dem Kühlmittelkreislauf erneut zugeführt werden.

Mit einem solchen Batteriemodul muss nur das Batteriegehäuse selbst dicht ausgeführt werden, was üblicherweise zur Abschirmung des der Batteriemodule vor Umwelteinflüssen bereits so umgesetzt ist. Dagegen braucht die Vielzahl von Batteriemodulen nicht dicht ausgeführt zu sein, wodurch sich die Kosten, das Gewicht und der Bauraumbedarf für die erfindungsgemäße Batterie reduzieren.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Batterie kann das Gehäuseunterteil integrierte Fluidkanäle, insbesondere Absaugkanäle, zum Abführen der Kühlflüssigkeit aufweisen, wobei die Fluidkanäle über Öffnungen mit dem Sammelraum fluidisch verbunden sind. Eine besonders effektive und bauraumsparende Rückführung der Kühlflüssigkeit lässt sich durch im, beispielsweise aus Strangpressteilen ausgeführten Gehäuseunterteil integrierte Kanäle darstellen, in welche die Kühlflüssigkeit über in der kompletten Fläche des Gehäuseunterteils verteilte Öffnungen eintritt.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Batterie kann das Batteriegehäuse in einer Hochachse angeordnete Fluidleitelemente aufweisen. Mit zusätzlich am Gehäuseboden angebrachten Fluidleitelementen kann die Kühlflüssigkeit zielgerichtet den Auffangöffnungen oder Absaugöffnungen zugeleitet und ein Schwappen der Kühlflüssigkeit bei Beschleunigung oder Schräglage des Fahrzeugs verhindert werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Batterie können im Inneren des Batteriegehäuses zwischen benachbarten Batteriemodulen Füllkörper angeordnet sein. Die im Inneren des Batteriegehäuseunterteils befindliche Menge an Kühlflüssigkeit kann durch in die Hohlräume eingebrachte Füllkörper, beispielsweise als geschlossenporige Schäume, Kunststoff-Hohlkörper, und dergleichen reduziert werden. Die Füllkörper können aus Teilen des Batteriegehäuses oder der Batteriemodule ausgeformt sein.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Batterie können der Fluideinlass und der Fluidauslass über einen geschlossenen Fluidkreislauf verbunden sein, welcher wenigstens eines von einer Kühleinrichtung, einem Wärmetauscher, einem Luftabscheider aufweist. Insbesondere bei aktiver Absaugung der Kühlflüssigkeit aus dem Batteriegehäuseunterteil, womit die im Umlauf befindliche Kühlflüssigkeitsmenge reduziert wird, kann im Kühlflüssigkeitskreislauf vor der Pumpe ein Luftabscheider angeordnet werden, welcher z.B. nach dem Zentrifugalprinzip, Lufttopfprinzip oder Labyrinthprinzip arbeitet.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Batterie kann eine Batterieelektronikeinheit, insbesondere wenigstens ein Batteriemanagementsystem und/oder Schaltkomponenten, in dem Batteriegehäuse integriert sein. Der Verbau der Batterieelektronik (BMS und CSE's, Schütze, Strommesser, Sicherungen und dergleichen) kann vorzugsweise komplett innerhalb des als gedichtete Wanne ausgebildeten Gehäuseunterteils erfolgen, sodass nur wenige Steuerleitungen, beispielsweise mit Datenbussystem, gedichtet durch die Batteriegehäusewandung geführt werden müssen.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Batterie kann das Batteriegehäuse eine Modulumhüllung des wenigstens einen Batteriemoduls aufweisen. Dabei kann das Gehäuseunterteil als
5 Sammelraum für die aus dem Batteriemodul frei ausgetretene Kühlflüssigkeit ausgebildet sein, wobei ein Gehäuseboden des Gehäuseunterteils Öffnungen zum Eintreten der Kühlflüssigkeit in den Sammelraum aufweist.

Optional können die Batteriezellen nach dem sogenannten "Cell-to-Batt"-
10 Design als ein Zellpaket auch direkt in das Batteriegehäuse eingebaut werden. Das Batteriegehäuse kann so die Modulumhüllung aufweisen oder selbst als Modulumhüllung ausgebildet sein. Die Kühlflüssigkeit kann durch geeignete Einrichtungen im Zellpaket verteilt werden, beispielsweise durch
15 Besprühung der Oberseite der Batteriezellen aus der Verteilerleitung. Die Kühlflüssigkeit tritt nach Umströmung der Batteriezellen aus dem Zellpaket in das Batteriegehäuseunterteil aus und wird dort wie oben beschrieben abgesaugt und in den Kühlkreislauf zurückgeführt.

Die vorgeschlagene Lösung lässt sich bei Batterien mit bekannten Typen
20 von Batteriezellen, wie Pouchzellen, prismatischen Hardcasezellen oder Rundzellen, umsetzen.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Batterie kann das Gehäuseunterteil Fluidkanäle zum Abführen der Kühlflüssigkeit aufweisen.
25 Die Kühlflüssigkeit kann nach Umströmung der Batteriezellen aus dem Zellpaket in das Batteriegehäuseunterteil austreten und dort durch die Fluidkanäle abgesaugt und in den Kühlkreislauf zurückgeführt werden.

Zeichnung

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Figuren sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Figuren, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen beispielhaft:

Fig. 1 eine isometrische Darstellung eines Seitenelements einer Modulummhüllung mit Verteilerleitung in Explosionsdarstellung nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 eine isometrische Ansicht eines Batteriemoduls mit Seitenelementen der Modulummhüllung mit einer Verteilerleitung nach Figur 1 mit beidseits der Batteriezellen angeordneten Endplatten der Modulummhüllung;

Fig. 3 einen Querschnitt durch das Batteriemodul nach Figur 2;

Fig. 4 einen Längsschnitt durch das Batteriemodul nach Figur 2;

Fig. 5 eine Ausschnittvergrößerung des Längsschnitts nach Figur 4;

Fig. 6 einen Längsschnitt durch ein Batteriemodul nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Fluidkanälen in Endplatten beidseits der Batteriezellen des Batteriemoduls mit von Kühlflüssigkeit überströmten und unterströmten Zellen;

Fig. 7 eine isometrische Draufsicht auf das Batteriemodul in seiner Modulummhüllung nach Figur 6;

Fig. 8 eine isometrische Untersicht auf die Modulummhüllung nach Figur 7;

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung an einer ersten Stirnseite der Batteriezellen und Austrittsöffnungen für die Kühlflüssigkeit an einer Unterseite einer Modulummhüllung mit entferntem Seitenelement der Modulummhüllung;

Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung an einer zweiten Stirnseite der Batteriezellen und Austrittsöffnungen für die Kühlflüssigkeit an einer Oberseite der Modulummhüllung mit entferntem Seitenelement der Modulummhüllung;

Fig. 11 eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung an einer zweiten Stirnseite der Batteriezellen und Austrittsöffnungen auf einer Höhe einer Hochachse zwischen den ersten und zweiten Stirnseiten der Batteriezellen im Zellpaket seitlich in der Modulummhüllung mit entferntem Seitenelement der Modulummhüllung;

Fig. 12 eine Seitenansicht des Batteriemoduls nach Figur 11;

Fig. 13 eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung an einer ersten Stirnseite der Batteriezellen und Austrittsöffnungen auf einer Höhe einer Hochachse zwischen den ersten und zweiten Stirnseiten der Batteriezellen im Zellpaket seitlich in der Modulummhüllung mit entferntem Seitenelement der Modulummhüllung;

Fig. 14 eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung an einer zweiten Stirnseite der Batteriezellen und Austrittsöffnungen im Bereich von Öffnungen für Durchführungen von elektrischen Leitungen seitlich in der Modulummhüllung mit entferntem Seitenelement der Modulummhüllung;

Fig. 15 eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung an einer Unterseite des Batteriemoduls und Austrittsöffnungen für die Kühlflüssigkeit an einer Oberseite der Modulummhüllung mit entferntem Seitenelement der Modulummhüllung;

Fig. 16 eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung an einer zweiten Stirnseite der Batteriezellen und Austrittsöffnungen für die Kühlflüssigkeit an einer Oberseite der Modulummhüllung, wobei Füllkörper im Bereich der Fluidabfuhr angeordnet sind mit entferntem Seitenelement der Modulummhüllung;

Fig. 17 das Batteriemodul nach Figur 10 mit einer schematischen Andeutung von durch die Austrittsöffnungen austretendem Ventinggas einer abblasenden Batteriezelle;

Fig. 18 eine schematische Darstellung einer Batterie nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit vier Batteriemodulen mit Austrittsöffnungen für Kühlflüssigkeit, welche in einem Batteriegehäuseunterteil gesammelt und durch einen Fluidauslass abgeführt wird mit entfernter Seitenwand des Batteriegehäuses;

Fig. 19 die Batterie nach Figur 18 mit zwei Fluidauslässen mit entfernter Seitenwand des Batteriegehäuses;

Fig. 20 eine schematische Darstellung einer Batterie nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Batteriemodulen mit Austrittsöffnungen für Kühlflüssigkeit, welche über in der Fläche des Gehäuseunterteils verteilte Öffnungen in die im Gehäuseunterteil integrierten Fluidkanäle eintritt und darüber abgeführt wird mit entfernter Seitenwand des Batteriegehäuses;

Fig. 21 eine schematische Darstellung einer Batterie nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei zusätzlich eingebrachte Fluidleitelemente die Kühlflüssigkeit zu den Öffnungen der im Gehäuseunterteil integrierten Fluidkanäle leiten und ein Schwappen der Kühlflüssigkeit verhindern mit entfernter Seitenwand des Batteriegehäuses;

Fig. 22 eine schematische Darstellung einer Batterie nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei zusätzlich eingebrachte Füllkörper die im Gehäuseunterteil stehende Kühlflüssigkeitsmenge vermindern mit entfernter Seitenwand des Batteriegehäuses;

Fig. 23 eine schematische Darstellung einer Batterie nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem geschlossenen Fluidkreislauf mit entfernter Seitenwand des Batteriegehäuses;

Fig. 24 eine schematische Darstellung einer Batterie nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer integrierten Batterieelektronikeinheit mit entfernter Seitenwand des Batteriegehäuses;

- Fig. 25 eine schematische Darstellung einer Batterie nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit direkt in das Batteriegehäuse eingebauten Batteriezellen eines Zellpakets mit entfernter Seitenwand des Batteriegehäuses;
- 5 Fig. 26 eine Explosionsdarstellung eines Batteriemoduls nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer zwischen den Batteriezellen angeordneten Kanalstruktur;
- Fig. 27 eine Explosionsdarstellung eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer zwischen
10 den Batteriezellen angeordneten Klebmatte;
- Fig. 28 eine Explosionsdarstellung eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer zwischen den Batteriezellen angeordneten Kanalstruktur mit Sackkanälen;
- Fig. 29 eine isometrische Ansicht eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung beim Aufsetzen
15 einer Kühlflüssigkeits-Verteilerleitung;
- Fig. 30 das Batteriemodul nach Fig. 29 mit aufgesetzter Verteilerleitung;
- Fig. 31 einen Längsschnitt durch das Batteriemodul nach Fig. 30;
- Fig. 32 eine Ausschnittvergrößerung des Längsschnitts nach Fig. 31;
- 20 Fig. 33 einen Querschnitt durch das Batteriemodul nach Figur 30 im Bereich der Kanalstruktur;
- Fig. 34 eine isometrische Darstellung einer Abdeckung mit Verteilerleitung in Explosionsdarstellung;
- Fig. 35 eine isometrische Ansicht eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung beim Aufsetzen der
25 Abdeckung mit Verteilerleitung nach Figur 34;
- Fig. 36 das Batteriemodul nach Figur 35 mit aufgesetzter Abdeckung mit Verteilerleitung;

- Fig. 37 einen Längsschnitt durch das Batteriemodul nach Figur 36;
Fig. 38 einen Querschnitt durch das Batteriemodul nach Figur 36 im Bereich der Kanalstruktur;
Fig. 39 eine isometrische Darstellung einer Zellverbindereinheit mit Verteilerleitung in Explosionsdarstellung;
Fig. 40 eine isometrische Ansicht eines Batteriemoduls nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung beim Aufsetzen der Zellverbindereinheit mit Verteilerleitung nach Figur 39;
Fig. 41 das Batteriemodul nach Figur 40 mit aufgesetzter Zellverbindereinheit mit Verteilerleitung;
Fig. 42 einen Längsschnitt durch das Batteriemodul nach Figur 41; und
Fig. 43 einen Querschnitt durch das Batteriemodul nach Figur 41 im Bereich der Kanalstruktur.

Ausführungsformen der Erfindung

In den Figuren sind gleichartige oder gleichwirkende Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Die Figuren zeigen lediglich Beispiele und sind nicht beschränkend zu verstehen.

Im Folgenden verwendete Richtungsterminologie mit Begriffen wie „links“, „rechts“, „oben“, „unten“, „davor“, „dahinter“, „danach“ und dergleichen dient lediglich dem besseren Verständnis der Figuren und soll in keinem Fall eine Beschränkung der Allgemeinheit darstellen. Die dargestellten Komponenten und Elemente, deren Auslegung und Verwendung können im Sinne der Überlegungen eines Fachmanns variieren und an die jeweiligen Anwendungen angepasst werden.

Bezugszeichen von gleichartigen Elementen sind der Übersichtlichkeit halber in einer Figur jeweils nur an einem entsprechenden Element angebracht.

Die Figuren 1 bis 5 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel eines Batteriemoduls 100 nach der Erfindung. Die Batteriemodule 100 sind mit sogenannten prismatischen Hardcasezellen 10 dargestellt.

5 Dabei zeigt Figur 1 eine isometrische Darstellung eines Seitenelements 43 einer Modulumhüllung 40 mit als Aufsatz 98 ausgebildeter Verteilerleitung 28 mit Anschlussstutzen 84 in Explosionsdarstellung nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, während Figur 2 eine isometrische Ansicht eines Batteriemoduls 100 mit den Seitenelementen 43 der
10 Modulumhüllung 40 mit den Verteilerleitungen 28 nach Figur 1 mit beidseits des Zellpakets 38 angeordneten Endplatten 39, 41 der Modulumhüllung 40 zeigt. Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch das Batteriemodul 100 nach Figur 2, während Figur 4 einen Längsschnitt durch das Batteriemodul 100 zeigt. Figur 5 zeigt eine Ausschnittvergrößerung des Längsschnitts nach
15 Figur 4.

Das Batteriemodul 100 weist eine Mehrzahl von innerhalb der Modulumhüllung 40 angeordneten Batteriezellen 10 auf, wobei die Modulumhüllung 40 die Mehrzahl der Batteriezellen 10 wenigstens
20 bereichsweise umschließt. Die Batteriezellen 10 weisen eine Hochachse 20 und in Richtung der Hochachse 20 voneinander beabstandete erste und zweite Stirnseiten 16, 18 auf. Die Batteriezellen 10 sind in einer Stapelrichtung 26 quer zur Hochachse 20 aufeinander folgend als Zellpaket 38 angeordnet.

25 Die Batteriezellen 10 weisen an der ersten Stirnseite 16 jeweils zwei elektrische Anschlusselemente 12, 14 auf, die jeweils einen Pluspol bzw. Minuspol bilden, und die über Zellverbinder 30 seriell verschaltet sind. In den Darstellungen in den Figuren 2 bis 5 sind die Zellverbinder 30 aus
30 Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Zellverbinder 30 sind jedoch in dem weiteren Ausführungsbeispiel in Figur 7 dargestellt und würden in ähnlicher Weise auch bei dem in den Figuren 1 bis 5 dargestellten Ausführungsbeispiel verbaut. Nicht dargestellte Stromzuführungen zu den freien Anschlusselementen 12, 14 der Randzellen sind an den Enden des Zellpakets 38 aus der Modulumhüllung 40 herausgeführt. Die Zellspannungen werden jeweils über separate elektrische Leitungen (nicht dargestellt) an den Anschlusselementen 12, 14 abgegriffen und separat aus der Modulumhüllung 40 herausgeführt.

Das direktgekühlte Batteriemodul 100 weist eine Fluidzufuhreinrichtung 50 mit zwei Verteilerleitungen 28 mit einer Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 54 auf, welche im bestimmungsgemäßen Betrieb eine Kühlflüssigkeit 60 auf die Batteriezellen 10 leitet, insbesondere auf die Anschlusselemente 12, 14 der Batteriezellen 10 sprüht und so die Wärme am Ort des Entstehens in der Batteriezelle 10 vorteilhaft abführen kann. Weiter weist das Batteriemodul 100 eine oder mehrere Austrittsöffnungen 56 zum freien Austritt der Kühlflüssigkeit 60 aus der Modulumhüllung 40 und dem Zellpaket 38 in die Umgebung der Modulumhüllung 40 auf. Die aus den Batteriemodulen 100 in ein nicht dargestelltes Batteriegehäuse austretende Kühlflüssigkeit 60 kann nachfolgend dort gesammelt oder abgesaugt und einem Kühlmittelkreislauf erneut zugeführt werden.

Die Durchführungen zu den elektrischen Leitungen müssen deswegen nicht gedichtet ausgeführt sein. Insbesondere ist keine allseitige Abdichtung der Modulumhüllung 40 mehr erforderlich. Nur das Batteriegehäuse muss zum Sammeln der Kühlflüssigkeit 60 dicht ausgebildet sein. Ein Füllstands- bzw. Vorratsbehälter für die Kühlflüssigkeit 60 kann entfallen. Diese Funktion übernimmt das Batteriegehäuseunterteil.

Die Strömung der Kühlflüssigkeit 60 durch die Batteriemodule 100 wie auch durch die damit aufgebauten Batterien 200 ist in den Figuren jeweils mit Pfeilen angedeutet.

5 Die Modulumhüllung 40 ist als um die Hochachse 20 des Zellpakets 38 umlaufende Wandung ausgebildet und kann insbesondere als Band oder Rahmen ausgebildet sein.

10 Die Modulumhüllung 40 weist eine (nicht dargestellte) Oberseite 42 und eine Unterseite 44 auf. Die Austrittsöffnungen 56 sind bei dem Ausführungsbeispiel in den Figuren 1 bis 5 an der Unterseite 44 angeordnet. Eine Fluidabfuhr 52 ist damit bei diesem Ausführungsbeispiel an der Unterseite 44 der Modulumhüllung 40 angeordnet.

15 Die Eintrittsöffnungen 54 für die Kühlflüssigkeit 60 sind auf die ersten Stirnseiten 16 gerichtet so angeordnet, dass die Kühlflüssigkeit 60 aus den Eintrittsöffnungen 54 auf die ersten Stirnseiten 16 austritt und damit die ersten Stirnseiten 16 und die dort angeordneten Anschlusselemente 12, 14 bevorzugt kühlen kann. Die Austrittsöffnungen 56 zum Abführen der
20 Kühlflüssigkeit 60 sind an der bezüglich der Hochachse 20 gegenüberliegenden Seite des Zellpakets 38 angeordnet.

Bei dieser Variante ergibt sich ein besonders niedriges Gewicht, da die Kühlflüssigkeit 60, die von oben auf die Batteriezellen 10 gesprüht wird, in
25 den Endplatten 39, 41 herunterläuft und an der Unterseite 44 der Modulumhüllung 40 austritt, ohne sich im Modulinneren zu sammeln. Auch ist in dem Batteriemodul 100 keine zusätzliche Verrohrung zur Führung der Kühlflüssigkeit 60 nötig.

30

Die Fluidzufuhreinrichtung 50 weist vorzugsweise wenigstens eine Eintrittsöffnung 54 pro elektrischem Anschlusselement 12, 14 der Batteriezellen 10 auf und ist auf diese Weise vorteilhaft für eine gezielte Verteilung der Kühlflüssigkeit 60 über die erste Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 im Zellpaket 38 ausgebildet. Insbesondere kann die Fluidzufuhreinrichtung 50 so die Kühlflüssigkeit 60 über die elektrischen Anschlusselemente 12, 14 der Batteriezellen 10 im Zellpaket 38 gezielt verteilen.

Die Verteilerleitung 28 wird in dem Seitenelement 43 dadurch gebildet, dass das Seitenelement 43 in Stapelrichtung 26 des Zellpakets 38 verteilt Eintrittsöffnungen 54 aufweist und auf das Seitenelement 43 von einer Außenseite der Modulumhüllung 40 ein halbrundförmiger Aufsatz 98 über den Eintrittsöffnungen 54 angeordnet wird, welcher einen Kanal der Verteilerleitung 28 bildet. Die Kühlflüssigkeit 60 wird der Verteilerleitung über einen Anschlussstutzen 84 zugeführt.

Der Einlass für die Kühlflüssigkeit 60 durch die Eintrittsöffnungen 54 kann über Bohrungen in den Seitenelementen 43 (bei Ansprühen) als auch Langlöcher (bei Anströmung) erfolgen. Im Falle einer Anströmung kommt es zu Verwirbelungen im Einlauf um die Anschlusselemente 12, 14 herum, wodurch ein idealer Wärmeübergang an der ersten Stirnseite 16 der Batteriezelle 10 erreicht wird. Die Anströmung im Ausführungsbeispiel erfolgt von beiden Seiten, in der Mitte ist der Staupunkt und der Abfluss erfolgt über einen integrierten Abflusskanal 58 in den beiden Endplatten 39, 41 zurück in eine Flüssigkeitswanne.

Dadurch kann die Wärmeabfuhr aus den Batteriezellen 10 über die Anschlusselemente 12, 14 signifikant erhöht werden. Eine Temperaturdifferenz über die Höhe der Batteriezelle 10 kann so im Vergleich zum heutigen Stand der Technik deutlich geringer ausfallen, beispielsweise mit einem Wert kleiner 15 K statt bisher größer 20 K.

Die Fluidzufuhreinrichtung 50 ist an der Modulumhüllung 40 an den ersten Stirnseiten 16 auf Höhe der elektrischen Anschlusselemente 12, 14 angeordnet. Beim Zuführen der Kühlflüssigkeit 60 können die Anschlusselemente 12, 14 seitlich angesprüht oder angeströmt werden und als Prallelement für die Kühlflüssigkeit dienen und so zu einer gleichmäßigen Verteilung der Kühlflüssigkeit 60 um die Anschlusselemente 12, 14 und auf der ersten Stirnseite 16 des Zellpakets 38 beitragen.

Im Querschnitt in Figur 3 ist besonders gut zu erkennen, wie die Anschlusselemente 12, 14 der Batteriezellen 10 durch die Kühlflüssigkeit 60 angesprüht oder angeströmt werden.

Im Längsschnitt, insbesondere in der Ausschnittvergrößerung in Figur 5 ist zu erkennen, wie die Kühlflüssigkeit 60 sich über die erste Stirnseite 16 des Zellpakets 38 verteilen kann und jeweils über Kanäle 58 abfließen kann, welche bei diesem Ausführungsbeispiel in den Endplatten 39, 41 ausgebildet sind. Am unteren Ende der Fluidkanäle 58, an der Unterseite 44 der Modulumhüllung 40, kann die Kühlflüssigkeit 60 durch die Austrittsöffnungen 56 frei austreten.

Die Kanalstruktur 66 der flüssigkeitsdurchlässigen Lage 62 zwischen den Batteriezellen 10 ist bei diesem Ausführungsbeispiel mit Sackkanälen 70 ausgebildet. In den Sackkanälen 70 steht die Kühlflüssigkeit 60 im Wesentlichen und verteilt sich höchstens durch Konvektion.

Das Ausführungsbeispiel in den Figuren 1 bis 5 kann weiter vereinfacht werden, indem nur eine seitliche Fluidzufuhreinrichtung 50 vorhanden ist und der Abfluss der Kühlflüssigkeit 60, wieder integriert als Fluidkanal 58 in den Endplatten 39, 41, am Ende der Überströmung der Batteriezellen 100 aus dem Batteriemodul 100 heraus in ein als Bodenwanne ausgebildetes Gehäuseunterteil 212 erfolgt.

Figuren 6 bis 8 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Batteriemodule 100 sind mit sogenannten prismatischen Hardcasezellen 10 dargestellt.

5 In diesem Ausführungsbeispiel tritt die Kühlflüssigkeit 60 in der einen Endplatte 39 nahe der Unterseite 44 der Modulumhüllung 40 durch eine oder mehrere Eintrittsöffnungen 54, in diesem Beispiel durch zwei
10 Eintrittsöffnungen 54, in diese ein, strömt nach oben zur ersten, oberen Stirnseite 16 des Zellpakets 38. An der ersten Stirnseite 16 verteilt sich die Kühlflüssigkeit 60 über die erste Stirnseite 16 mit den elektrischen Anschlusselementen 12 und nicht dargestellten Zellverbindern. So kann eine besonders günstige Wärmeabfuhr durch flächiges Überströmen der elektrischen Anschlusselemente 12 an der ersten Stirnseite 16 ohne explizit dafür ausgebildeten Fluidkanal erfolgen, da die Verlustwärme zu einem
15 großen Teil im Bereich der Anschlusselemente entsteht und durch Wärmeleitung auf die Zellverbinder übertragen wird.

Vorteilhaft kann in einem weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel, im Bereich zwischen den elektrischen Anschlusselementen entlang des
20 Zellpakets ein Füllkörper, beispielsweise in Form eines Blisters, angeordnet sein, sodass die Kühlflüssigkeit zu beiden Seiten des Füllkörpers im Wesentlichen über die elektrischen Anschlusselemente strömt. Sind zwischen den Anschlusselementen Ventingöffnungen in den Zellgehäusen angeordnet, kann trotzdem ein Füllkörper darüber angeordnet sein. Dafür
25 kann der Füllkörper zweckmäßigerweise am Ort der Ventingöffnungen geeignete Aussparungen aufweisen, durch welche austretendes Gas ausströmen kann. Der Füllkörper begünstigt eine geeignete Strömung der Kühlflüssigkeit über die elektrischen Anschlusselemente für eine möglichst große Wärmeabfuhr am Ort der Entstehung. Weiter verringert der
30 Füllkörper das freie Volumen in dem Batteriemodul, sodass ein geringeres Volumen an Kühlflüssigkeit benötigt wird

Die Kühlflüssigkeit 60 fließt dann über den Fluidkanal 58 in der gegenüberliegenden Endplatte 41 zur Unterseite 44 der Modulumhüllung 40 ab. An der Unterseite 44 tritt die Kühlflüssigkeit 60 durch eine oder mehrere Austrittsöffnungen 56, in diesem Beispiel durch eine Austrittsöffnung 56, frei in die Umgebung des Batteriemoduls 100 aus. Dabei kann es vorteilhaft sein, wenn die Austrittsöffnung 56 nahe der Endplatte 41 mit der wenigstens einen Eintrittsöffnung 54 angeordnet ist.

In einem weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel können optional die Eintrittsöffnungen 54 in die Endplatte 39 von der Unterseite der Endplatte 39 und/oder von der Unterseite 44 der Modulumhüllung 40 angeordnet ist. Dadurch kann die Zufuhr und Abfuhr der Kühlflüssigkeit 60 zu dem Batteriemodul 100 besonders günstig gestaltet werden.

Ein zu den in den Figuren 1 bis 8 dargestellten Ausführungsbeispielen weiter verbessertes Ausführungsbeispiel kann zwischen den Batteriezellen 10 eine poröse Schaummatte, bzw. eine gummiartige Pressmatte mit Kanälen 68 als flüssigkeitsdurchlässige Lage 62 (wie bei den in den Figuren 26 und 27 dargestellten Ausführungsbeispielen) aufweisen, welche sich bei Inbetriebnahme der Batterie mit Kühlflüssigkeit 60 füllt.

Dies hat im Falle einer thermischen Propagation der Batterie 200 einen zusätzlichen Vorteil: Nach einer exothermen Reaktion in einer Batteriezelle 10 im Batteriemodul 100 mit einem Venting (Abblasen) des entstandenen Elektrolytgases an der ersten Stirnseite 16 direkt in die Kühlflüssigkeit 60 kommt es zu einer Verdampfungskühlung zwischen der defekten Batteriezelle 10 und den beiden Nachbarzellen 10 sowie der kühlmittelbeaufschlagten ersten Stirnseite 16 der defekten Batteriezelle.

Ein unerwünscht starker Temperaturanstieg in den beiden Nachbarzellen 10 zur defekten Batteriezelle 10 kann so unterbunden werden. Eine thermische Propagation im Batteriemodul 100 und der Gesamtbatterie 200 kann so vorteilhaft verhindert werden. Darüber kann das Elektrolytgas sich mit einem Teil der verdampften Kühlflüssigkeit 60 verbinden und über einen Ventingmechanismus außerhalb des Batteriemoduls 100 in der Batterie 200 sicher abgeleitet werden.

Ein durch Verbindung von Elektrolytgas und Kühlflüssigkeit 60 entstandenes Gasmisch ist üblicherweise weit weniger brennbar als das reine Elektrolytgas. Auch kann so eine direkte Entzündung oberhalb der Batteriezellen 10 durch die Kühlflüssigkeit 60 verhindert werden. Funkenbildung, die zum Entzünden des Elektrolytgases führen kann, kann ebenfalls verhindert werden. Durch die Kühlflüssigkeit 60 kann es zum Löschen der defekten entzündeten Batteriezelle 10 kommen. Der schädliche Prozess kann so zum Erliegen kommen.

Die Figuren 9 bis 17 zeigen verschiedene Ausführungen von Batteriemodulen 100 in einer Modulummhüllung 40. Der Sichtbarkeit wegen ist in den Figuren 9 bis 11 und 13 bis 17 jeweils das dem Betrachter zugewandte Seitenelement der Modulummhüllung 40 entfernt.

Weiter zeigen die Figuren 9 bis 17 und 18 bis 24 Ausführungen von Modulummhüllungen 40 bzw. Batteriemodulen 100 mit Modulummhüllungen 40, welche Endplatten 39, 41, Seitenelemente 43 sowie eine Unterseite 44 und eine Oberseite 42 aufweisen. Dies soll jedoch nur eine mögliche Ausführungsform einer Modulummhüllung 40 darstellen. Alternativ kann ein Batteriemodul 100 auch nur mit einem die Batteriezellen 10 umschließenden Rahmen aus Endplatten 39, 41 und Seitenelementen 43 als Modulummhüllung 40 ohne Unterseite 44 und/oder ohne Oberseite 42 ausgebildet sein. Statt eines umschließenden Rahmens kann optional auch ein Spanngurt zum Einsatz kommen.

Figur 9 zeigt eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung 50 an einer ersten Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 und Austrittsöffnungen 54 für die Kühlflüssigkeit 60 an einer Unterseite 44 einer Modulumhüllung 40.

Das Batteriemodul 100 weist eine Mehrzahl von innerhalb der Modulumhüllung 40 angeordneten Batteriezellen 10 auf, wobei die Modulumhüllung 40 die Mehrzahl der Batteriezellen 10 wenigstens bereichsweise umschließt. Die Batteriezellen 10 weisen eine Hochachse 20 und in Richtung der Hochachse 20 voneinander beabstandete erste und zweite Stirnseiten 16, 18 auf. Die Batteriezellen 10 sind in einer Stapelrichtung 26 quer zur Hochachse 20 aufeinander folgend als Zellpaket 38 angeordnet.

Die Batteriezellen 10 weisen jeweils zwei elektrische Anschlusselemente 12, 14 auf, die mit „+“ und „-“ gekennzeichnet sind, und die über Zellverbinder 30 seriell verschaltet sind. Zwei Stromzuführungen 32, 34 zu den freien Anschlusselementen 12, 14 der Randzellen sind an den Enden des Zellpakets 38 aus der Modulumhüllung 40 herausgeführt.

Die Zellspannungen werden jeweils über separate elektrische Leitungen 36 an den Anschlusselementen 12, 14 abgegriffen und separat aus der Modulumhüllung 40 herausgeführt.

Das direktgekühlte Batteriemodul 100 weist eine Fluidzufuhreinrichtung 50 mit einer Verteilerleitung 28 mit einer Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 54 auf, welche im bestimmungsgemäßen Betrieb eine Kühlflüssigkeit 60 auf die Batteriezellen 10 leitet, insbesondere auf die Anschlusselemente 12, 14 der Batteriezellen 10 sprüht und so die Wärme am Ort des Entstehens in der Batteriezelle 10 vorteilhaft abführen kann.

Weiter weist das Batteriemodul 100 eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 56 zum freien Austritt der Kühlflüssigkeit 60 aus der Modulumhüllung 40 und dem Zellpaket 38 auf. Die aus den Batteriemodulen 100 in ein Batteriegehäuse austretende Kühlflüssigkeit 60 kann nachfolgend dort gesammelt oder abgesaugt und einem Kühlmittelkreislauf erneut zugeführt werden.

Die Durchführungen 45 zu den elektrischen Leitungen 32, 34, 36 müssen deswegen nicht gedichtet ausgeführt sein. Insbesondere ist keine allseitige Abdichtung der Modulumhüllung 40 mehr erforderlich. Nur das Batteriegehäuse muss zum Sammeln der Kühlflüssigkeit 60 dicht ausgebildet sein. Ein Füllstands- bzw. Vorratsbehälter für die Kühlflüssigkeit 60 kann entfallen. Diese Funktion übernimmt das Batteriegehäuseunterteil.

Die Strömung der Kühlflüssigkeit 60 durch die Batteriemodule 100 wie auch durch die damit aufgebauten Batterien 200 ist in dieser und den folgenden Figuren mit Pfeilen angedeutet.

Die Modulumhüllung 40 ist als um die Hochachse 20 des Zellpakets 38 umlaufende Wandung ausgebildet und kann insbesondere als Band oder Rahmen ausgebildet sein.

Die Modulumhüllung 40 weist eine Oberseite 42 und eine Unterseite 44 auf. Die Austrittsöffnungen 56 sind bei dem Ausführungsbeispiel in Figur 9 an der Unterseite 44 angeordnet. Die Fluidabfuhr 52 ist damit bei diesem Ausführungsbeispiel an der Unterseite 44 der Modulumhüllung 40 angeordnet.

Die Eintrittsöffnungen 54 für die Kühlflüssigkeit 60 sind auf die ersten Stirnseiten 16 gerichtet so angeordnet, dass die Kühlflüssigkeit 60 aus den Eintrittsöffnungen 54 auf die ersten Stirnseiten 16 austritt und damit die ersten Stirnseiten 16 und die dort angeordneten Anschlusselemente 12, 14 bevorzugt kühlen kann. Die Austrittsöffnungen 56 zum Abführen der Kühlflüssigkeit 60 sind an der bezüglich der Hochachse 20 gegenüberliegenden Seite des Zellpakets 38 angeordnet.

Bei dieser Variante ergibt sich ein besonders niedriges Gewicht, da die Kühlflüssigkeit 60, die von oben auf die Batteriezellen 10 gesprüht wird, an diesen herunterläuft und unten austritt, ohne sich im Modulinneren zu sammeln.

Die Fluidzufuhreinrichtung 50 weist vorzugsweise wenigstens eine Eintrittsöffnung 54 pro elektrischem Anschlusselement 12, 14 der Batteriezellen 10 auf und ist auf diese Weise vorteilhaft für eine gezielte Verteilung der Kühlflüssigkeit 60 über die erste Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 im Zellpaket 38 ausgebildet. Insbesondere kann die Fluidzufuhreinrichtung 50 so die Kühlflüssigkeit 60 über die elektrischen Anschlusselemente 12, 14 der Batteriezellen 10 im Zellpaket 38 gezielt verteilen.

In einer weiteren Ausführungsform kann die Fluidzufuhreinrichtung 50 vorteilhaft eine Düsenanordnung aufweisen, welche die Kühlflüssigkeit 60 auf das Zellpaket 38 sprüht.

Dadurch lässt sich eine bessere Kühlwirkung der Kühlflüssigkeit 60, insbesondere am Ort der Entstehung der Wärme, nämlich den elektrischen Anschlusselementen 12, 14 der Batteriezellen 10 erreichen.

Innerhalb der Modulumhüllung 40 sind zwischen den Batteriezellen 10 entlang der Seitenwände 22, 24 der Batteriezellen 10 jeweils Fluidkanäle 58 zwischen der ersten Stirnseite 16 und der zweiten Stirnseite 18 der Batteriezellen 10 im Zellpaket 38 angeordnet, sodass die zugeführte Kühlfüssigkeit 60 von den Eintrittsöffnungen 54 über die Anschlusselemente 12, 14 der Batteriezellen 10 über die Fluidkanäle 58 zu den Austrittsöffnungen 56 der Modulumhüllung 40 gelangen kann.

In Figur 10 ist eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung 50 an der zweiten Stirnseite 18 der Batteriezellen 10 und Austrittsöffnungen 54 für die Kühlfüssigkeit 60 an der Oberseite 42 der Modulumhüllung 40 dargestellt.

Die Eintrittsöffnungen 54 sind gezielt auf die zweiten Stirnseiten 18 gerichtet so angeordnet, dass die Kühlfüssigkeit 60 aus den Eintrittsöffnungen 54 auf die zweiten Stirnseiten 18 trifft, während die Austrittsöffnungen 56 an der bezüglich der Hochachse 20 gegenüberliegenden Seite des Zellpakets 38 angeordnet sind. Die eingetretene Kühlfüssigkeit 60 steigt so in den Fluidkanälen 58 zwischen den Batteriezellen 10 nach oben und tritt an der Oberseite 42 der Modulumhüllung 40 aus dem Batteriemodul 100 aus.

Figur 11 zeigt eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung 50, die bezogen auf die Hochachse 20 auf der Seite des Zellpakets 38 mit den zweiten Stirnseiten 18 angeordnet ist.

Die Austrittsöffnungen 56 sind hierbei auf einer Höhe einer Hochachse 20 zwischen den ersten und zweiten Stirnseiten 16, 18 der Batteriezellen 10 im Zellpaket 38 seitlich in der Modulummhüllung 40 angeordnet. Figur 12 zeigt dazu eine Seitenansicht des Batteriemoduls 100, in welcher die Austrittsöffnungen 56 zu erkennen sind.

Zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Kühlflüssigkeitsverteilung sind die Austrittsöffnungen 56 vorzugsweise über einen Umfang der Modulummhüllung 40 verteilt. Die Kühlflüssigkeit 60, in Figur 11 gepunktet dargestellt, steigt bis zu einem Flüssigkeitsstand, welcher der Höhe der Austrittsöffnungen 56 entspricht und fließt dann über die Austrittsöffnungen 56 der Fluidabfuhr 52 in die Umgebung des Batteriemoduls 100 ab.

Die im Inneren des Batteriemoduls 100 unterhalb der Austrittsöffnungen 56 stehende Kühlflüssigkeit 60 kann gezielt als thermischer Puffer im Falle kurzzeitig erhöhter Wärmeentwicklung der Batteriezellen 10 bei Leistungsspitzen, beispielsweise bei Fahrzeugbeschleunigung, eingesetzt werden.

Figur 13 zeigt eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung 50, die bezogen auf die Hochachse 20 auf der Seite des Zellpakets 38 mit den ersten Stirnseiten 16 angeordnet ist. Die Austrittsöffnungen 56 sind wie bei dem Ausführungsbeispiel der Figuren 11 und 12 auf einer Höhe der Hochachse 20 zwischen den ersten und zweiten Stirnseiten 16, 18 der Batteriezellen 10 im Zellpaket 38 seitlich in der Modulummhüllung 40 angeordnet.

Das Ausführungsbeispiel unterscheidet sich demzufolge dadurch von dem Ausführungsbeispiel in den Figuren 11 und 12, dass die Zuführung der Kühlflüssigkeit 60 von oben über die Anschlusselemente 12, 14 der Batteriezellen 10 erfolgt. Der Flüssigkeitsstand in dem Batteriemodul 100 erreicht auch hier permanent die Höhe der Austrittsöffnungen 56, da nur so ein Abfließen der Kühlflüssigkeit 60 möglich ist.

In Figur 14 ist eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung 50 an der zweiten Stirnseite 18 der Batteriezellen 10 und Austrittsöffnungen 56 im Bereich von Öffnungen für Durchführungen 45 von elektrischen Leitungen 36 seitlich in der Modulummhüllung 40. Die zugeführte Kühlflüssigkeit 60 steigt in den Fluidkanälen 58 zwischen den Batteriezellen 10 auf, bis sie die Höhe der Durchführungen 45 der Stromzuführungen 32, 34 erreicht und tritt durch die Durchführungen 45 definiert in die Umgebung aus. Vorteilhaft braucht die Modulummhüllung 40 dadurch nicht dicht ausgebildet sein.

Figur 15 zeigt eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung 50 an der Unterseite 44 des Batteriemoduls 100 und Austrittsöffnungen 56 für die Kühlflüssigkeit 60 an der Oberseite 42 der Modulummhüllung 40.

Die Modulummhüllung 40 weist eine die Hochachse 20 des Zellpakets 38 umlaufende Wandung und zumindest eine, zumindest weitgehend geschlossene Oberseite 42 auf der Seite des Zellpakets 38 mit den ersten Stirnseiten 16 auf. Die Fluidzufuhreinrichtung 50, welche als kurzer Stutzen ohne Verteilerleitung, jedoch bevorzugt mit relativ großem Querschnitt ausgebildet ist, ist auf der Seite des Zellpakets 38 mit den zweiten Stirnseiten 18 angeordnet. Die Austrittsöffnungen 56 sind in der Oberseite 42 der Modulummhüllung 40 angeordnet.

Alternativ könnten die Austrittsöffnungen 56 wie bei den Ausführungsbeispielen in den Figuren 11 bis 13 auf einer Höhe zwischen der ersten und der zweiten Stirnseite 16, 18 des Zellpakets 38 angeordnet sein.

5

Die Austrittsöffnungen 56 weisen vorteilhaft einen Querschnitt dergestalt auf, dass an den Austrittsöffnungen 56 ein höherer Druckverlust für die Kühlflüssigkeit 60 auftritt als an der Eintrittsöffnung 54, welche bevorzugt einen relativ großen Querschnitt aufweist. Die Austrittsöffnungen 56 können so als Drosselöffnungen ausgebildet sein. Auf diese Weise kann ein definierter Austritt der Kühlflüssigkeit 60 und eine gleichmäßige Verteilung der Kühlflüssigkeit 60 erreicht werden.

10

Die Austrittsöffnungen 56 können bei diesem Ausführungsbeispiel auch auf halber Höhe zwischen der ersten und zweiten Stirnseite 16, 18 der Batteriezellen 10 angeordnet sein.

15

In Figur 16 ist eine schematische Darstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fluidzufuhreinrichtung 50 an einer zweiten Stirnseite 18 der Batteriezellen 10 und Austrittsöffnungen 56 für die Kühlflüssigkeit 60 an einer Oberseite 42 der Modulummhüllung 40 dargestellt, wobei Füllkörper 46 im Inneren der Modulummhüllung 40 im Bereich der Fluidabfuhr 52 angeordnet sind. Die Füllkörper 46, welche beispielweise aus Hohlmaterial ausgebildet sein können, reduzieren die im Modulinneren befindliche Kühlflüssigkeitsmenge.

20

25

Figur 17 zeigt ein Batteriemodul 100, wie es in Figur 10 dargestellt ist, mit einer schematischen Andeutung von durch die Austrittsöffnungen 56 austretendem Ventinggas einer abblasenden Batteriezelle 10.

30

Tritt aus der Batteriezelle, beispielsweise aufgrund von Überladen oder einem internen Kurzschluss, eine exotherme Reaktion der Zellchemie auf, so kann sich ein größeres Volumen an Gas, das sogenannte Ventinggas bilden, welches aus der Batteriezelle 10 durch eine sogenannte Berstmembran austreten kann. Dieses Gas kann sich mit der Kühlflüssigkeit 60 verbinden und durch die in der unmittelbaren Umgebung angeordneten Austrittsöffnungen 56 für die Kühlflüssigkeit 60 aus der Modulumhüllung 40 austreten. Auf diese Weise kann vorteilhaft verhindert werden, dass sich in dem Batteriemodul 100 ein erhöhter Gasdruck ausbildet. Dadurch können zusätzliche erst bei Überdruck öffnende Ventingeinrichtungen, wie Überdruckventile, -membranen in der Modulumhüllung 40 entfallen. Batteriegehäuse, in denen ein solches Batteriemodul 100 eingebaut ist, weisen üblicherweise dezidierte Ventingöffnungen auf, durch welche das Ventinggas an die Umgebung abgegeben werden kann.

Die Figuren 18 bis 25 zeigen verschiedene Ausführungen von Batterien 200 mit einem Batteriegehäuse 210. Der Sichtbarkeit wegen ist in den Figuren jeweils die dem Betrachter zugewandte Seitenwand des Batteriegehäuses 210 entfernt.

Figur 18 zeigt eine schematische Darstellung einer Batterie 200 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit vier Batteriemodulen 100 mit Austrittsöffnungen 56 für Kühlflüssigkeit 60, welche in einem Batteriegehäuseunterteil 212 gesammelt und durch einen Fluidauslass 204 abgeführt wird.

Die Batterie 200 weist ein Batteriegehäuse 210 mit einem Gehäuseoberteil 214 und einem fluiddichten Gehäuseunterteil 212 auf.

Das Gehäuseunterteil 212 kann beispielsweise als Wanne ausgebildet sein, welche mit einem flachen Gehäuseoberteil 214 als Deckel verschlossen wird. Die beiden Gehäuseteile 212, 214 können beispielsweise über einen Gehäuseflansch 216 dicht verbunden sein.

5

Das Batteriegehäuse 210 weist ferner einen Fluideinlass 202 und wenigstens einen Fluidauslass 204 für Kühlflüssigkeit 60 auf, wobei der Fluideinlass 202 mit einer Fluidzufuhreinrichtung 50 der Batteriemodule 100 fluidisch verbunden ist. Das Batteriegehäuse 210 weist wenigstens einen

10 Sammelraum 206 zum Sammeln der aus den Batteriemodulen 100 frei ausgetretenen Kühlflüssigkeit 60 auf. Die Kühlflüssigkeit 60 kann über den Fluidauslass 204 abgesaugt und einem Kühlkreislauf zugeführt werden, der vorzugsweise geschlossen ausgebildet ist.

15

Während in Batterien mit Direktkühlung nach dem bekannten Stand der Technik die Kühlflüssigkeit durch entsprechende Leitungssysteme zu jedem einzelnen Batteriemodul 100 hingeführt und von dort wieder abgeführt wird, entfallen bei der erfindungsgemäßen Ausführung die Rückführleitungen, da die Kühlflüssigkeit 60 aus den Batteriemodulen 100

20 in das Batteriegehäuseunterteil 212 austritt und dort aufgefangen oder abgesaugt und wieder dem Kühlkreislauf zugeführt wird.

Figur 19 zeigt dazu eine solche Batterie 200 mit zwei Fluidauslässen 204, sodass die Kühlflüssigkeit 60 auch bei Schrägstellungen des Fahrzeugs, bzw. Quer- und/oder Längsbeschleunigungen abgeführt und/oder

25 abgesaugt werden kann.

In Figur 20 ist eine schematische Darstellung einer Batterie 200 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Batteriemodulen 100 mit Austrittsöffnungen 56 für Kühlflüssigkeit 60 zu erkennen, welche über in der Fläche des Gehäusebodens 218 des Gehäuseunterteils 212 verteilte Öffnungen 222 in die im Gehäuseunterteil 212 integrierten Fluidkanäle 220 eintritt und darüber abgeführt wird. Der beispielsweise aus Strangpressteilen ausgebildete Gehäuseboden 218 weist integrierte Fluidkanäle 220, insbesondere Absaugkanäle zum Abführen der Kühlflüssigkeit 60 auf. Die Fluidkanäle 220 sind über Öffnungen 222 mit dem Sammelraum 206 fluidisch verbunden und können über die gesamte Fläche des Gehäusebodens 218 verteilt sein. Die Kühlflüssigkeit 60 kann über die Fluidkanäle 220 beispielsweise abgesaugt werden.

Figur 21 zeigt eine schematische Darstellung einer Batterie 200 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei zusätzlich in einer Hochachse 230 angeordnete Fluidleitelemente 224 die Kühlflüssigkeit 60 zu den Öffnungen 222 der im Gehäuseunterteil 212 integrierten Fluidkanäle 220 leiten und ein Schwappen der Kühlflüssigkeit 60 verhindern. Die Kühlflüssigkeit 60 kann so zielgerichtet zu den Öffnungen 222 geleitet werden. Schwappen der in das Gehäuseunterteil 212 ausgetretenen Kühlflüssigkeit 60 aufgrund von Beschleunigen des Fahrzeugs kann durch die Fluidleitelemente 224 wirksam unterdrückt werden.

Figur 22 zeigt eine schematische Darstellung einer Batterie 200 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei zusätzlich eingebrachte Füllkörper 226 die im Gehäuseunterteil 212 stehende Kühlflüssigkeitsmenge vermindern. Die Füllkörper 226, welche beispielsweise aus Hohlmaterial ausgebildet sein können, reduzieren das in dem Batteriegehäuse 210 vorhandene freie Volumen und dadurch die Menge an stehender Kühlflüssigkeit 60.

Die Füllkörper 226 können aus Teilen des Batteriegehäuses 210 oder der Batteriemodule 100 ausgeformt sein.

In Figur 23 ist eine schematische Darstellung einer Batterie 200 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem geschlossenen Fluidkreislauf 232 erkennbar. Der Fluideinlass 202 und der Fluidauslass 204 sind über einen geschlossenen Fluidkreislauf 232 verbunden, welcher wenigstens eines von einer Kühleinrichtung 234, einem Wärmetauscher, einem Luftabscheider 236 aufweist.

Die Kühlflüssigkeit 60 wird über in dem Gehäuseunterteil 212 integrierte Fluidkanäle 220 abgesaugt und über den Fluidauslass 204 dem geschlossenen Fluidkreislauf 232 zugeführt. Vor dem Wiedereintritt der Kühlflüssigkeit 60 in den Fluidkreislauf 232 mit Pumpe 240 und Kühleinrichtung 234, beispielsweise ein Umgebungsluftkühler mit Lüfter, oder ein mit verdampfendem Kältemittel der Fahrzeug-Klimaanlage betriebener Wärmetauscher, wird die Luft in einem Luftabscheider 236, beispielsweise nach Zentrifugalprinzip, Lufttopfprinzip oder Labyrinthprinzip, entfernt. Das Batteriegehäuse 210 dient gleichzeitig zur Speicherung der Kühlflüssigkeit, sodass ein zusätzlicher Füllstands- bzw. Vorratsbehälter nicht erforderlich ist.

Figur 24 zeigt eine schematische Darstellung einer Batterie 200 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer integrierten Batterieelektronikeinheit 228. Umfänge der Batterieelektronik wie beispielsweise Batteriemanagementsystem (BMS), Zellspannungsüberwachung (CSE), Schütze, Strommesser, Sicherungen können im Inneren des Batteriegehäuses 210 angeordnet sein, sodass nur die Stromzuleitungen und Ableitungen sowie wenige Steuerleitungen 244 (beispielsweise als Datenbus) durch die Batteriegehäusewandung gedichtet geführt werden müssen.

Die Batterieelektronikeinheit 228, insbesondere wenigstens ein Batteriemanagementsystem und/oder Schaltkomponenten können so vorteilhaft in dem Batteriegehäuse 210 integriert sein.

5 In Figur 25 ist eine schematische Darstellung einer Batterie 200 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit direkt in das Batteriegehäuse 210 eingebauten Batteriezellen 10 eines Zellpakets 38 erkennbar. Das Batteriegehäuse 210 weist eine Modulummhüllung 40 des wenigstens einen Batteriemoduls 100 auf. Das Gehäuseunterteil 212 ist als
10 Sammelraum 206 für die aus dem Batteriemodul 100 frei ausgetretene Kühlflüssigkeit 60 ausgebildet, wobei das Gehäuseunterteil 212 Öffnungen 222 zum Eintreten der Kühlflüssigkeit 60 in den Sammelraum 206 aufweist. Fluidkanäle 220 in dem Gehäuseunterteil 212 dienen zum Abführen der Kühlflüssigkeit 60.

15 Die in das Gehäuse direkt eingebauten Zellen werden von der ersten Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 her durch eine Verteilerleitung 28 mit Kühlflüssigkeit 60 besprüht, welche an und zwischen den Seitenwänden 22, 24 der Batteriezellen 10 nach unten fließt und dann über in der Fläche des
20 Gehäusebodens 218 verteilte Öffnungen 222 in die im Gehäuseunterteil 212 integrierten Fluidkanäle 220 eintritt und darüber abgesaugt wird.

25 In den Figuren 26 bis 35 sind weitere konstruktive Ausführungsbeispiele von verschiedenen erfindungsgemäßen Batteriemodulen 100 mit sogenannten prismatischen Hardcasezellen 10 dargestellt. Die Batteriemodule 100 weisen einen grundsätzlich ähnlichen Aufbau auf.

Die Batteriezellen 10 sind untereinander und mit den an den beiden Enden des Zellpakets 38 angeordneten Druckplatten als Endplatten 39, 41 verklebt, wobei in den Zwischenräumen zwischen den Batteriezellen 10 Klebematten oder Klebeplatten 62 angeordnet werden, die üblicherweise gleichzeitig zum Längentoleranzausgleich und zur Kompensation von Zelldickenänderungen über dem Lade- bzw. Alterungszustand dienen. Zur Bildung des Batteriemoduls 100 werden die Endplatten 39, 41 nach axialer Verpressung des Zellpakets 38 auf Solllänge über beispielsweise seitliche angeschweißte Verbindungsbleche als Seitenelemente 43 miteinander verbunden. Die elektrische Verschaltung der Batteriezellen 10 und die Zu- und Abführung des Stroms erfolgt durch aufgeschweißte Zellverbinder 30. Jeweils nicht dargestellt sind Einrichtungen zur Messung der Zellspannung sowie zum sogenannten Balancing, dem Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Batteriezellen 10 und eine oberhalb der Zellverbinder 30 angeordnete Abdeckung des Batteriemoduls 100.

Die Zuführung der Kühlflüssigkeit 60 kann beispielsweise durch eine Verteilerleitung 28 erfolgen, die mit Eintrittsöffnungen 54 versehen und oberhalb der Batteriezellen 10 angeordnet sein kann.

Figur 26 zeigt eine Explosionsdarstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer zwischen den Batteriezellen 10 angeordneten Kanalstruktur 66.

Das Batteriemodul 100 weist acht prismatische Hardcasezellen 10 auf, deren Anschlusselemente 12, 14 auf der ersten Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 angeordnet sind. Zwischen den Batteriezellen 10 sind jeweils als Kanalstruktur 66 ausgebildete flüssigkeitsdurchlässige Lagen 62 angeordnet, die mit Kanälen 66 zur Führung der Kühlflüssigkeit 60 zwischen den Batteriezellen 10 versehen sind.

Die Lagen 62 können beispielsweise auf die Seitenwände 22, 24 der Batteriezellen 10 aufgeklebt sein.

Die Modulummhüllung 40 umfasst bei diesem Ausführungsbeispiel an beiden Endseiten des Batteriemoduls 100 zwei stabile Endplatten 39, 41, welche eine für den Betrieb der Batteriezellen 10 notwendigen Anpressdruck auf die Batteriezellen 10 aufbringen können. Die beiden Endplatten 39, 41 sind über zwei gegenüberliegende Seitenelemente 43 verbunden, und können insbesondere verschraubt oder verschweißt sein.

Die Kanalstruktur 66 mit von einer Stirnseite 16 zur anderen Stirnseite 18 der Batteriezellen 10 im Zellpaket 38 verlaufenden Kanälen 68 ist parallel zur Hochachse 20 angeordnet, wobei die Kanäle 68 über eine Höhe der Batteriezelle 10 durchgehend ausgebildet sind.

In Figur 27 ist eine Explosionsdarstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer zwischen den Batteriezellen 10 angeordneten Klebmatte 64 zu erkennen.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist zwischen den Batteriezellen 10 in Richtung der Hochachse 20 zumindest teilweise eine flüssigkeitsdurchlässige Lage 62, insbesondere eine poröse Klebmatte 64 angeordnet ist. Die Klebmatte 64 kann beispielsweise aus porösem Material (offenporige Schaummatte, Vlies und dergleichen) ausgebildet sein, welches sich mit Kühlflüssigkeit vollsaugt, die Seitenwände 22, 24 der Batteriezellen 10 kühlt und an der Unterseite 44 frei austritt. Die Kühlflüssigkeit 60 kann dabei durch ihre Wärmekapazität thermische Lastspitzen abfedern und damit insbesondere nach einer exothermen Reaktion einer Batteriezelle 10 eine thermische Propagation im Zellpaket 38 verhindern.

Die Klebmatte 64, welche bevorzugt selbstklebend ausgebildet ist, kann jeweils auf die Seitenwände 22, 24 der Batteriezellen 10 aufgeklebt sein.

Die Klebmatte 64 ist dabei mit einer geeigneten Porosität ausgebildet, die die Kühlflüssigkeit 60 zwischen die Zellen sickern lässt, sodass die Klebmatte 64 im bestimmungsgemäßen Betrieb mit der Kühlflüssigkeit 60 durchtränkt ist.

In Figur 28 ist eine Explosionsdarstellung eines Batteriemoduls 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer zwischen den Batteriezellen 10 angeordneten Kanalstruktur 66 mit Sackkanälen 70 dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind zwischen den Batteriezellen 10 wie bei dem Ausführungsbeispiel in Figur 26 flüssigkeitsdurchlässige Lagen 62 in Form einer Kanalstruktur 66 angeordnet, die in diesem Fall mit Sackkanälen 70 versehen ist. Über die Sackkanäle 70 wird die Kühlflüssigkeit 60 zwischen die Batteriezellen 10 geleitet, da die Sackkanäle 70 sich mit stehender Kühlflüssigkeit 60 füllen können, wodurch wiederum thermische Lastspitzen abgefedert und eine thermische Propagation im Zellpaket 38 verhindert werden kann.

Figur 29 zeigt eine isometrische Ansicht eines Batteriemoduls 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung beim Aufsetzen einer Kühlflüssigkeits-Verteilerleitung 28. In Figur 30 ist das Batteriemodul 100 mit mittig aufgesetzter Verteilerleitung 28 dargestellt.

Die Verteilerleitung 28 als Fluidzufuhreinrichtung 50 ist an einer der Stirnseiten 16, 18 zwischen einander gegenüber liegenden elektrischen Anschlusselementen 12, 14 einer Batteriezelle 10, insbesondere mittig, angeordnet. Die Verteilerleitung 28 weist an ihrer, der ersten Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 zugewandten Seite Eintrittsöffnungen 54 zum Austritt der Kühlflüssigkeit 60 aus der Verteilerleitung 28 in das Innere des Batteriemoduls 100 auf.

Die Eintrittsöffnungen 54 sind in Stapelrichtung 26 über den Batteriezellen 10 verteilt angeordnet, sodass eine gleichmäßige Benetzung der ersten Stirnseiten 16 der Batteriezellen 10 mit Kühlflüssigkeit 60 gewährleistet werden kann. Die Eintrittsöffnungen 54 sind in Stapelrichtung 26 der Batteriezellen 10 verteilt angeordnet. Insbesondere können auf diese Weise die Anschlusselemente 12, 14 als Prallelement bei einem Zuführen der Kühlflüssigkeit 60 dienen.

In Figur 31 ist ein Längsschnitt durch das Batteriemodul 100 nach Figur 30 dargestellt, während Figur 32 eine Ausschnittvergrößerung des Längsschnitts zeigt, welche die Strömung der Kühlflüssigkeit 60 verdeutlicht. Die Kühlflüssigkeit 60 fließt durch die als Verteilerleitung 28 ausgebildete Fluidzufuhreinrichtung 50 in das Batteriemodul 100 und tritt durch die Eintrittsöffnungen 54 auf die erste Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 aus. Die Kühlflüssigkeit 60 kann sich auf der ersten Stirnseite 16 verteilen und durch Fluidkanäle 58 zwischen den Batteriezellen 10 zu den Austrittsöffnungen 56 an der Unterseite 44 des Batteriemoduls 100 strömen. Die Fluidkanäle 58 können beispielsweise als Kanäle 68 in der in Figur 26 dargestellten Kanalstruktur 66 ausgebildet sein, welche als flüssigkeitsdurchlässige Lage 62 zwischen den Seitenwänden 22, 24 der Batteriezellen 10 angeordnet ist.

In Figur 33 ist ein Querschnitt durch das Batteriemodul 100 nach Figur 30 im Bereich der Kanalstruktur 66 dargestellt. Im Querschnitt ist zu erkennen, wie die Kühlflüssigkeit 60 aus der Verteilerleitung 28 durch die Eintrittsöffnungen 54 auf die erste Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 strömt und sich dort auf der Stirnseite 16 nach beiden Seiten zu den Anschlusselementen 12, 14 verteilen kann. Auf diese Weise können die Stirnseite 16 und die Anschlusselemente 12, 14 besonders effektiv gekühlt werden.

Die Kühlflüssigkeit 60 kann dann über die Kanäle 68 der Kanalstruktur 66 zu den Austrittsöffnungen 56 des Batteriemoduls 100 nach unten abfließen und an der Unterseite des Batteriemoduls 100 frei austreten.

Figur 34 zeigt eine isometrische Darstellung einer Abdeckung 78 mit Verteilerleitung 28 in Explosionsdarstellung, während in Figur 35 eine isometrische Ansicht eines Batteriemoduls 100 beim Aufsetzen der Abdeckung 78 mit Verteilerleitung 28 nach Figur 34 und in Figur 36 das Batteriemodul 100 mit aufgesetzter Abdeckung 78 mit Verteilerleitung 28 dargestellt ist.

Die Abdeckung 78 dient zur Isolation der Oberseite 42 des Batteriemoduls 100 und ist auf der Seite des Zellpakets 38 mit den ersten Stirnseiten 16 der Batteriezellen 10 angeordnet. Die Abdeckung 78 weist Durchbrüche 82 für die Anschlusselemente 12, 14 der Batteriezellen 10 auf.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Fluidzufuhreinrichtung 50 in die Abdeckung 78 integriert. Dazu wird auf die Abdeckung 78, welche eine Reihe von über die Stapelrichtung 26 des Batteriemoduls 100 verteilte Eintrittsöffnungen 54 aufweist, ein halbrundförmiges Oberteil 80 zur Kanalbildung aufgesetzt und dadurch die Verteilerleitung 28 gebildet. Die Kühlflüssigkeit 60 wird der Verteilerleitung 28 über einen Anschlussstutzen 84 zugeführt.

Figur 37 zeigt einen Längsschnitt durch das Batteriemodul 100 nach Figur 36, während in Figur 38 ein Querschnitt durch das Batteriemodul 100 im Bereich der Kanalstruktur 66 dargestellt ist. Im Querschnitt ist zu erkennen, wie die Kühlflüssigkeit 60 aus der Verteilerleitung 28 durch die Eintrittsöffnungen 54 unter der Abdeckung 78 auf die erste Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 strömt und sich dort auf der Stirnseite 16 nach beiden Seiten zu den Anschlusselementen 12, 14 verteilen kann.

Auf diese Weise können die Stirnseite 16 und die Anschlusselemente 12, 14 besonders effektiv gekühlt werden. Die Kühlflüssigkeit 60 kann dann über die Kanäle 68 der Kanalstruktur 66 zu den Austrittsöffnungen 56 des Batteriemoduls 100 nach unten abfließen und an der Unterseite des Batteriemoduls 100 frei austreten.

Figur 39 zeigt eine isometrische Darstellung einer Zellverbindereinheit 72 mit Verteilerleitung 28 in Explosionsdarstellung, während in Figur 40 eine isometrische Ansicht eines Batteriemoduls 100 beim Aufsetzen der Zellverbindereinheit 72 mit Verteilerleitung 28 und in Figur 41 das Batteriemodul 100 mit aufgesetzter Zellverbindereinheit 72 mit Verteilerleitung 28 dargestellt ist.

Die Zellverbindereinheit 72 ist auf der Seite des Zellpakets 38 mit den ersten Stirnseiten 16 der Batteriezellen 10 angeordnet ist und umfasst die einzelnen Zellverbinder 30 zur elektrischen Verbindung der Anschlusselemente 12, 14, um die Batteriezellen 10 seriell und/oder parallel zu verschalten. Die Zellverbinder 30 dienen zum Stromtransport von und zu den Batteriezellen. Die Zellverbindereinheit 72 kann weitere elektrische Leitungen zum Abgreifen von Zellspannungen für die Zellspannungsüberwachung, bzw. für den Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Batteriezellen 10, sowie beispielsweise Temperatursensoren aufweisen.

Die Zellverbindereinheit 72 in Figur 39 besteht aus einer Unterlage 74 und einer Oberlage, welche Aussparungen 94, 96 zur Aufnahme der Zellverbinder 30 sowie Stege 90, 92 zur Fixierung der Zellverbinder 30 aufweisen.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Fluidzufuhreinrichtung 50 in die Zellverbindereinheit 72 integriert. Dazu werden in der Unterlage 74 und der Oberlage 76 jeweils in Stapelrichtung 26 des Zellpakets 38 halbrundförmige Bereiche als Halbschalen 86, 88 zur Ausbildung eines Kanals gebildet. Die Halbschale 88 der Unterlage 74 weist entlang der Stapelrichtung 26 verteilt Eintrittsöffnungen 54 für den Austritt der Kühlflüssigkeit 60 auf. Beim Zusammenfügen von Unterlage 74 und Oberlage 76 wird so die Verteilerleitung 28 gebildet, welcher die Kühlflüssigkeit 60 über einen Anschlussstutzen 84 zugeführt wird.

Figur 42 zeigt einen Längsschnitt durch das Batteriemodul 100 nach Figur 41, während in Figur 43 ein Querschnitt durch das Batteriemodul 100 im Bereich der Kanalstruktur 66 dargestellt ist. Im Querschnitt ist zu erkennen, wie die Kühlflüssigkeit 60 aus der Verteilerleitung 28 durch die Eintrittsöffnungen 54 unter der Zellverbindereinheit 72 auf die erste Stirnseite 16 der Batteriezellen 10 strömt und sich dort auf der Stirnseite 16 nach beiden Seiten zu den Anschlusselementen 12, 14 verteilen kann. Auf diese Weise können die Stirnseite 16 und die Anschlusselemente 12, 14 besonders effektiv gekühlt werden. Die Kühlflüssigkeit 60 kann dann über die Kanäle 68 der Kanalstruktur 66 zu den Austrittsöffnungen 56 des Batteriemoduls 100 nach unten abfließen und an der Unterseite des Batteriemoduls 100 frei austreten.

Bezugszeichen

	10	Batteriezelle
5	11	defekte Batteriezelle
	12	Anschlusselement
	14	Anschlusselement
	16	Stirnseite
	18	Stirnseite
10	20	Hochachse
	22	Seitenwand
	24	Seitenwand
	26	Stapelrichtung
	28	Verteilerleitung
15	30	Zellverbinder
	32	Stromzuführung
	34	Stromzuführung
	36	elektr. Leitungen
	38	Zellpaket
20	39	Endplatte
	40	Modulumhüllung
	41	Endplatte
	42	Oberseite
	43	Seitenelement
25	44	Unterseite
	45	Leitungsdurchführung
	46	Füllkörper
	50	Fluidzufuhreinrichtung
	52	Fluidabfuhr
30	54	Eintrittsöffnung
	56	Austrittsöffnung

	58	Fluidkanal
	60	Kühlflüssigkeit
	62	Lage
	64	Klebmatte
5	66	Kanalstruktur
	68	Kanal
	70	Sackkanal
	72	Zellverbindereinheit
	74	Unterlage
10	76	Oberlage
	78	Abdeckung
	80	Oberteil
	82	Durchbruch
	84	Anschlusstutzen
15	86	Halbschale
	88	Halbschale
	90	Steg
	92	Steg
	94	Aussparung
20	96	Aussparung
	98	Aufsatz
	100	Batteriemodul
	200	Batterie
	202	Fluideinlass
25	204	Fluidauslass
	206	Sammelraum
	208	Fluidleitung
	210	Batteriegehäuse
	212	Gehäuseunterteil
30	214	Gehäuseoberteil

	216	Gehäuseflansch
	218	Gehäuseboden
	220	Fluidkanal
	222	Öffnung
5	224	Fluidleitelement
	226	Füllkörper
	228	Batterieelektronikeinheit
	230	Hochachse
	232	Fluidkreislauf
10	234	Kühleinrichtung
	236	Luftabscheider
	240	Pumpe
	242	Kühlflüssigkeitsleitung
	244	Steuerleitung

Ansprüche

1. Direktgekühltes Batteriemodul (100) mit wenigstens einer Modulumhüllung (40) und einer Mehrzahl von innerhalb der Modulumhüllung (40) angeordneten Batteriezellen (10), wobei die Modulumhüllung (40) die Mehrzahl der Batteriezellen (10) wenigstens bereichsweise umschließt,
wobei die Batteriezellen (10) eine Hochachse (20) und in Richtung der Hochachse (20) voneinander beabstandete erste und zweite Stirnseiten (16, 18) aufweisen,
und in einer Stapelrichtung (26) quer zur Hochachse (20) aufeinander folgend als Zellpaket (38) angeordnet sind,
mit einer Fluidzufuhreinrichtung (50) mit wenigstens einer Eintrittsöffnung (54), welche im bestimmungsgemäßen Betrieb eine Kühlflüssigkeit (60) auf die Batteriezellen (10) leitet und mit wenigstens einer Austrittsöffnung (56) zum freien Austritt der Kühlflüssigkeit (60) aus der Modulumhüllung (40) und/oder dem Zellpaket (38) in eine Umgebung der Modulumhüllung (40), insbesondere bei bestimmungsgemäßer Anordnung in einem Batteriegehäuse (210) in das Batteriegehäuse (210).
2. Batteriemodul nach Anspruch 1, wobei innerhalb der Modulumhüllung (40) wenigstens ein Fluidkanal (58) in einer Endplatte (39, 41) zwischen der ersten Stirnseite (16) und der zweiten Stirnseite (18) der Batteriezellen (10) angeordnet ist.
3. Batteriemodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei die wenigstens eine Eintrittsöffnung (54) in einer der Endplatten (39, 41) angeordnet ist, insbesondere in Nähe der Unterseite (44) der Modulumhüllung (40).
4. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine Austrittsöffnung (56) an der Unterseite (44) der Modulumhüllung (40) angeordnet ist.

5. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) eine Verteilerleitung (28) mit einer Mehrzahl von Eintrittsöffnungen (54) aufweist, insbesondere wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) wenigstens eine Eintrittsöffnung (54) pro Batteriezelle (10), insbesondere pro elektrischem Anschlusselement (12, 14) der Batteriezellen (10) aufweist und/oder wobei eine Mehrzahl an Austrittsöffnungen (56) vorgesehen ist.
6. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) für eine gezielte Verteilung der Kühlflüssigkeit (60) über wenigstens eine der beiden Stirnseiten (16, 18) der Batteriezellen (10) im Zellpaket (38) ausgebildet ist, insbesondere wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) für eine gezielte Verteilung der Kühlflüssigkeit (60) über die elektrischen Anschlusselemente (12, 14) der Batteriezellen (10) im Zellpaket (38) ausgebildet ist.
7. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) eine Düsenanordnung aufweist, welche die Kühlflüssigkeit (60) auf das Zellpaket (38) sprüht.
8. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei innerhalb der Modulumhüllung (40) wenigstens ein Fluidkanal (58) zwischen der ersten Stirnseite (16) und der zweiten Stirnseite (18) der Batteriezellen (10) im Zellpaket (38) angeordnet ist.

9. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen den Batteriezellen (10) in Richtung der Hochachse (20) zumindest teilweise eine flüssigkeitsdurchlässige Lage (62),
5 insbesondere eine poröse Klebmatte (64) angeordnet ist, oder wobei eine Kanalstruktur (66) mit von einer Stirnseite (16) zur anderen Stirnseite (18) der Batteriezellen (10) im Zellpaket (38) verlaufenden Kanälen (68) angeordnet ist, wobei die Kanäle (68) wenigstens bereichsweise durchgehend oder wenigstens
10 bereichsweise als Sackkanäle (70) ausgebildet sind.
10. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Eintrittsöffnungen (54) für die Kühlflüssigkeit (60) auf die ersten Stirnseiten (16) gerichtet so angeordnet sind, dass die Kühlflüssigkeit
15 (60) aus den Eintrittsöffnungen (54) auf die ersten Stirnseiten (16) austritt und die Austrittsöffnungen (56) an der bezüglich der Hochachse (20) gegenüberliegenden Seite des Zellpakets (38) angeordnet sind.
- 20 11. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Eintrittsöffnungen (54) auf die zweiten Stirnseiten (18) gerichtet so angeordnet sind, dass die Kühlflüssigkeit (60) aus den Eintrittsöffnungen (54) auf die zweiten Stirnseiten (18) trifft und die Austrittsöffnungen (56) an der bezüglich der Hochachse (20)
25 gegenüberliegenden Seite des Zellpakets (38) angeordnet sind.
- 30 12. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) bezogen auf die Hochachse (20) auf der Seite des Zellpakets (38) mit den ersten Stirnseiten (16) oder auf der Seite des Zellpakets (38) mit den zweiten Stirnseiten (18) angeordnet ist.

13. Batteriemodul nach Anspruch 12, wobei die Austrittsöffnungen (56) auf einer Höhe der Hochachse (20) zwischen den ersten und zweiten Stirnseiten (16, 18) der Batteriezellen (10) im Zellpaket (38) seitlich in der Modulummhüllung (40) angeordnet sind.

5

14. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Modulummhüllung (40) als um die Hochachse (20) des Zellpakets (38) umlaufende Wandung, insbesondere als Band oder Rahmen ausgebildet ist.

10

15. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Modulummhüllung (40) eine die Hochachse (20) des Zellpakets (38) umlaufende Wandung und zumindest eine zumindest weitgehend geschlossene Oberseite (42) auf der Seite des Zellpakets (38) mit den ersten Stirnseiten (16) aufweist und die Fluidzufuhreinrichtung (50) auf der Seite des Zellpakets (38) mit den zweiten Stirnseiten (18) und die Austrittsöffnungen (56) in der Oberseite (42) angeordnet sind.

15

16. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Austrittsöffnungen (56) einen Querschnitt dergestalt aufweisen, dass an den Austrittsöffnungen (56) ein höherer Druckverlust für die Kühlflüssigkeit (60) auftritt als an den Eintrittsöffnungen (54) sowie in einem weiteren Verlauf einer Strömung der Kühlflüssigkeit (60) zwischen den Eintrittsöffnungen (54) und den Austrittsöffnungen (56).

20

25

17. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Inneren der Modulummhüllung (40), insbesondere im Bereich der Fluidzufuhreinrichtung (50) und/oder einer Fluidabfuhr (52) Füllkörper (46) angeordnet sind.

30

18. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Zellverbindereinheit (72) und/oder eine Abdeckung (78) auf der Seite des Zellpakets (38) mit den ersten Stirnseiten (16) der Batteriezellen (10) angeordnet ist, wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) in die Zellverbindereinheit (72) und/oder die Abdeckung (78) integriert ist.

19. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) an einer der Stirnseiten (16, 18) zwischen einander gegenüber liegenden elektrischen Anschlusselementen (12, 14) einer Batteriezelle (10), insbesondere mittig dazwischen, angeordnet ist und/oder die Verteilerleitung (28) mit Eintrittsöffnungen (54) aufweist, wobei die Eintrittsöffnungen (54) in Stapelrichtung (26) über den Batteriezellen (10) verteilt angeordnet sind.

20. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) an der Modulummhüllung (40) nahe einer der Stirnseiten (16, 18) angeordnet ist und/oder die Verteilerleitung (28) mit Eintrittsöffnungen (54) aufweist, wobei die Eintrittsöffnungen (54) in Stapelrichtung (26) über die Anzahl der Batteriezellen (10) verteilt angeordnet sind.

21. Batteriemodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidzufuhreinrichtung (50) an der Modulummhüllung (40) an den ersten Stirnseiten (16) auf Höhe der elektrischen Anschlusselemente (12, 14) angeordnet ist, und/oder die Verteilerleitung (28) mit Eintrittsöffnungen (54) aufweist, wobei die Eintrittsöffnungen (54) in Stapelrichtung (26) der Batteriezellen (10) verteilt angeordnet sind, insbesondere wobei die Anschlusselemente (12, 14) als Prallelement bei einem Zuführen der Kühlflüssigkeit (60) dienen.

22. Batterie (200) mit wenigstens einem direktgekühlten Batteriemodul (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, und mit einem Batteriegehäuse (210) mit einem fluiddichten Gehäuseunterteil (212), wobei das Batteriegehäuse (210) einen Fluideinlass (202) und wenigstens einen Fluidauslass (204) für Kühlflüssigkeit (60) aufweist, wobei der Fluideinlass (202) mit einer Fluidzufuhreinrichtung (50) des wenigstens einen Batteriemoduls (100) fluidisch verbunden ist, wobei das Batteriegehäuse (210) wenigstens einen Sammelraum (206) zum Sammeln der aus dem wenigstens einen Batteriemodul (100) frei ausgetretenen Kühlflüssigkeit (60) aufweist.
23. Batterie nach Anspruch 22, wobei das Gehäuseunterteil (212) integrierte Fluidkanäle (220), insbesondere Absaugkanäle zum Abführen der Kühlflüssigkeit (60) aufweist, wobei die Fluidkanäle (220) über Öffnungen (222) mit dem Sammelraum (206) fluidisch verbunden sind.
24. Batterie nach Anspruch 22 oder 23, wobei das Batteriegehäuse (210) in einer Hochachse (230) angeordnete Fluidleitelemente (224) aufweist.
25. Batterie nach einem der Ansprüche 22 bis 24, wobei im Inneren des Batteriegehäuses (210) zwischen benachbarten Batteriemodulen (100) Füllkörper (226) angeordnet sind.
26. Batterie nach einem der Ansprüche 22 bis 25, wobei der Fluideinlass (202) und der Fluidauslass (204) über einen geschlossenen Fluidkreislauf (232) verbunden sind, welcher wenigstens eines von einer Kühleinrichtung (234), einem Wärmetauscher, einem Luftabscheider (236) aufweist.

27. Batterie nach einem der Ansprüche 22 bis 26, wobei eine Batterieelektronikeinheit (228), insbesondere wenigstens ein Batteriemanagementsystem und/oder Schaltkomponenten, in dem Batteriegehäuse (210) integriert sind.

5

28. Batterie nach einem der Ansprüche 22 bis 27, wobei das Batteriegehäuse (210) eine Modulummhüllung (40) des wenigstens einen Batteriemoduls (100) aufweist, und wobei das Gehäuseunterteil (212) als Sammelraum (206) für die aus dem Batteriemodul (100) frei ausgetretene Kühlflüssigkeit (60) ausgebildet ist, wobei ein Gehäuseboden (218) des Gehäuseunterteils (212) Öffnungen (222) zum Eintreten der Kühlflüssigkeit (60) in den Sammelraum (206) aufweist.

10

15

29. Batterie nach Anspruch 28, wobei das Gehäuseunterteil (212) Fluidkanäle (220) zum Abführen der Kühlflüssigkeit (60) aufweist.

20

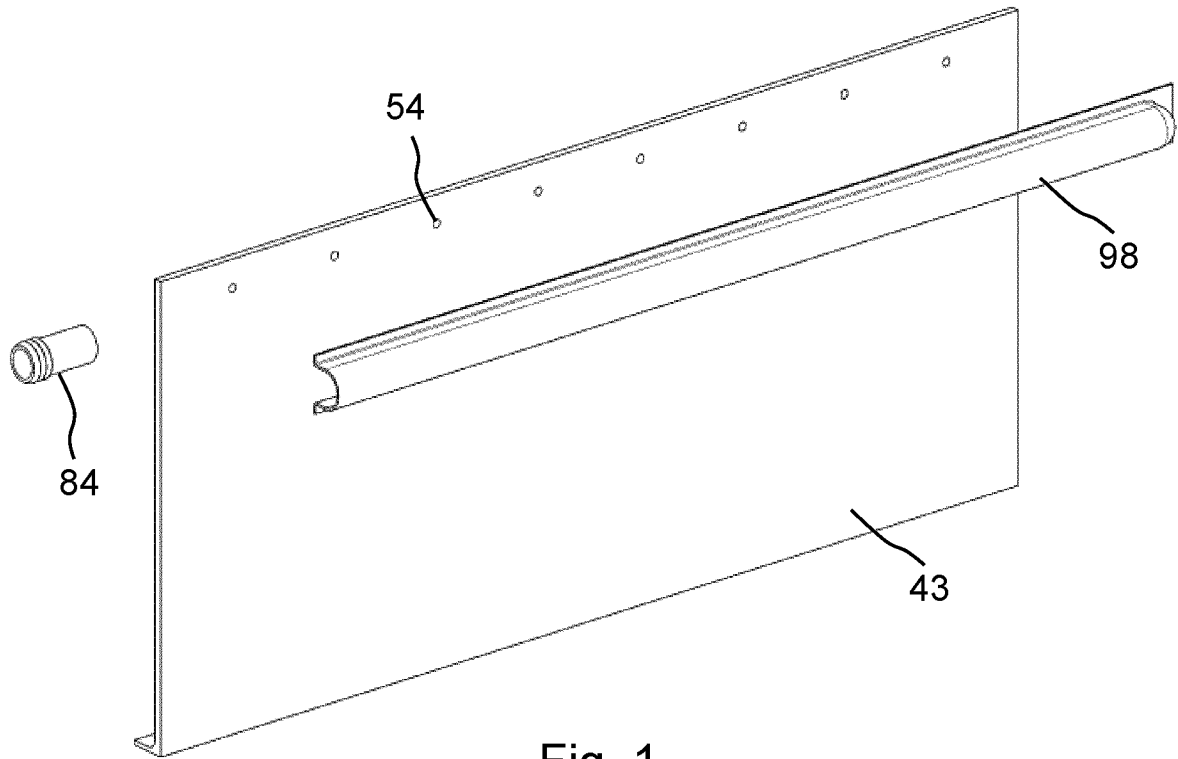


Fig. 1

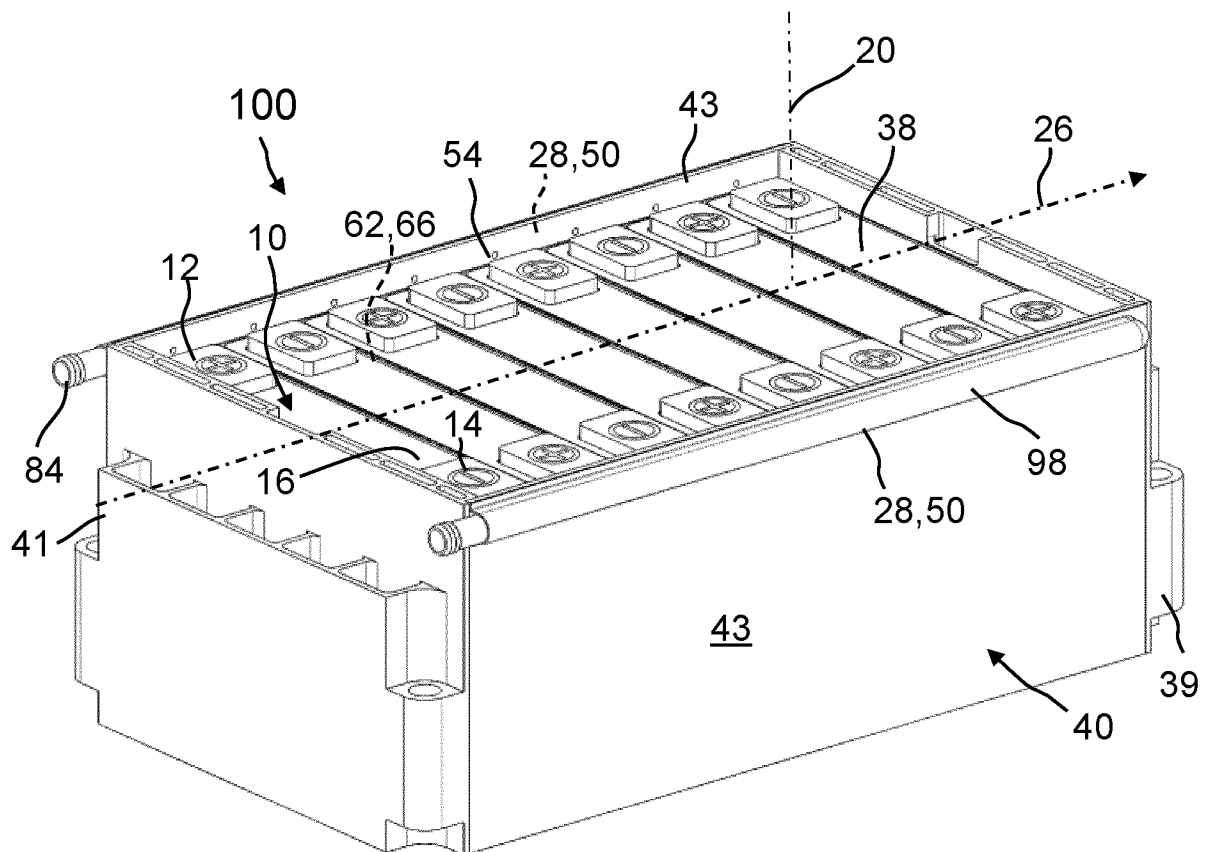


Fig. 2

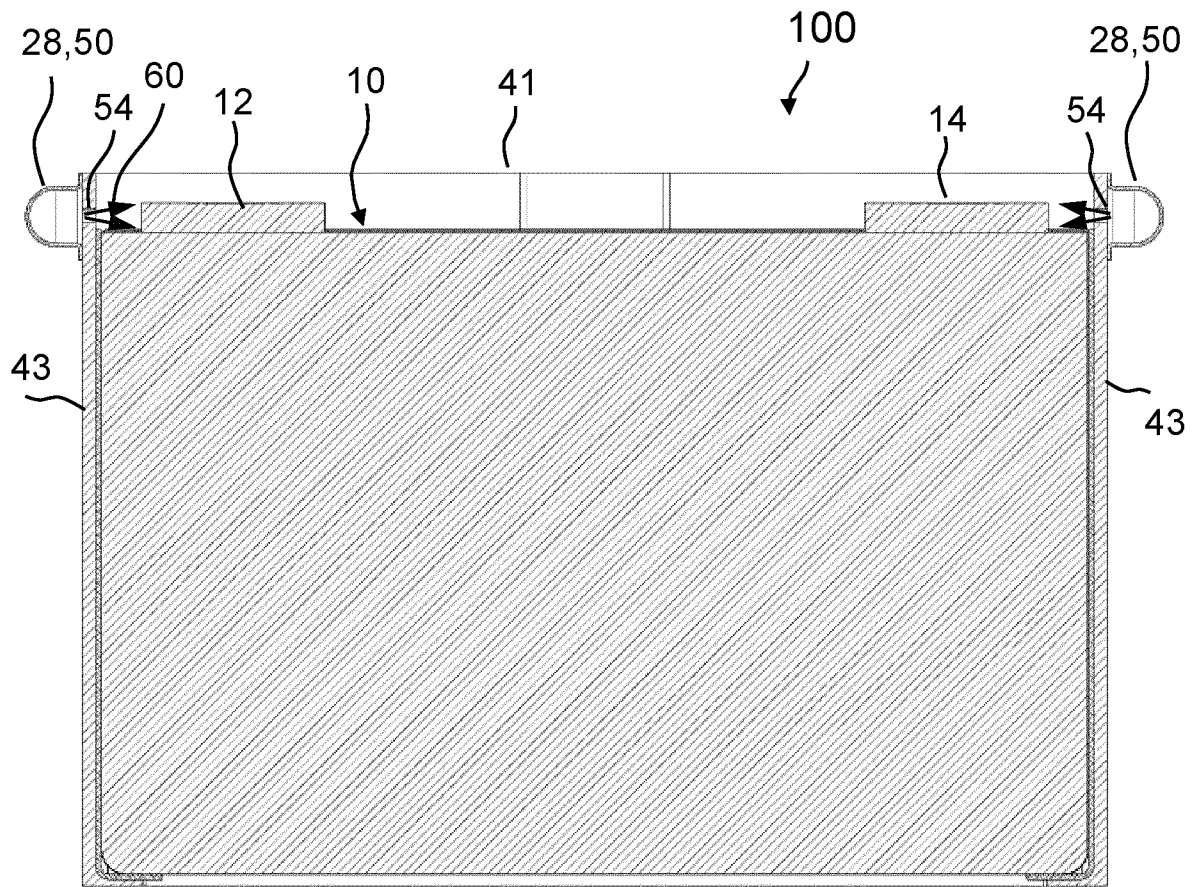


Fig. 3

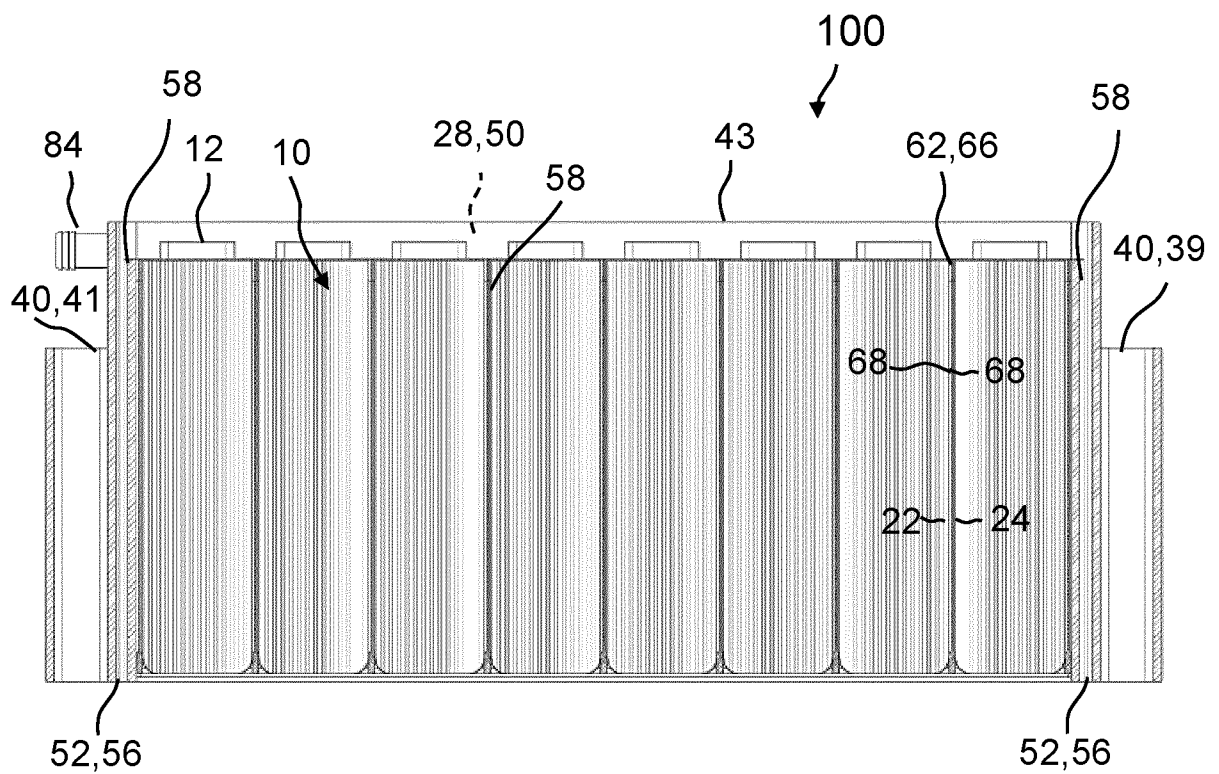


Fig. 4

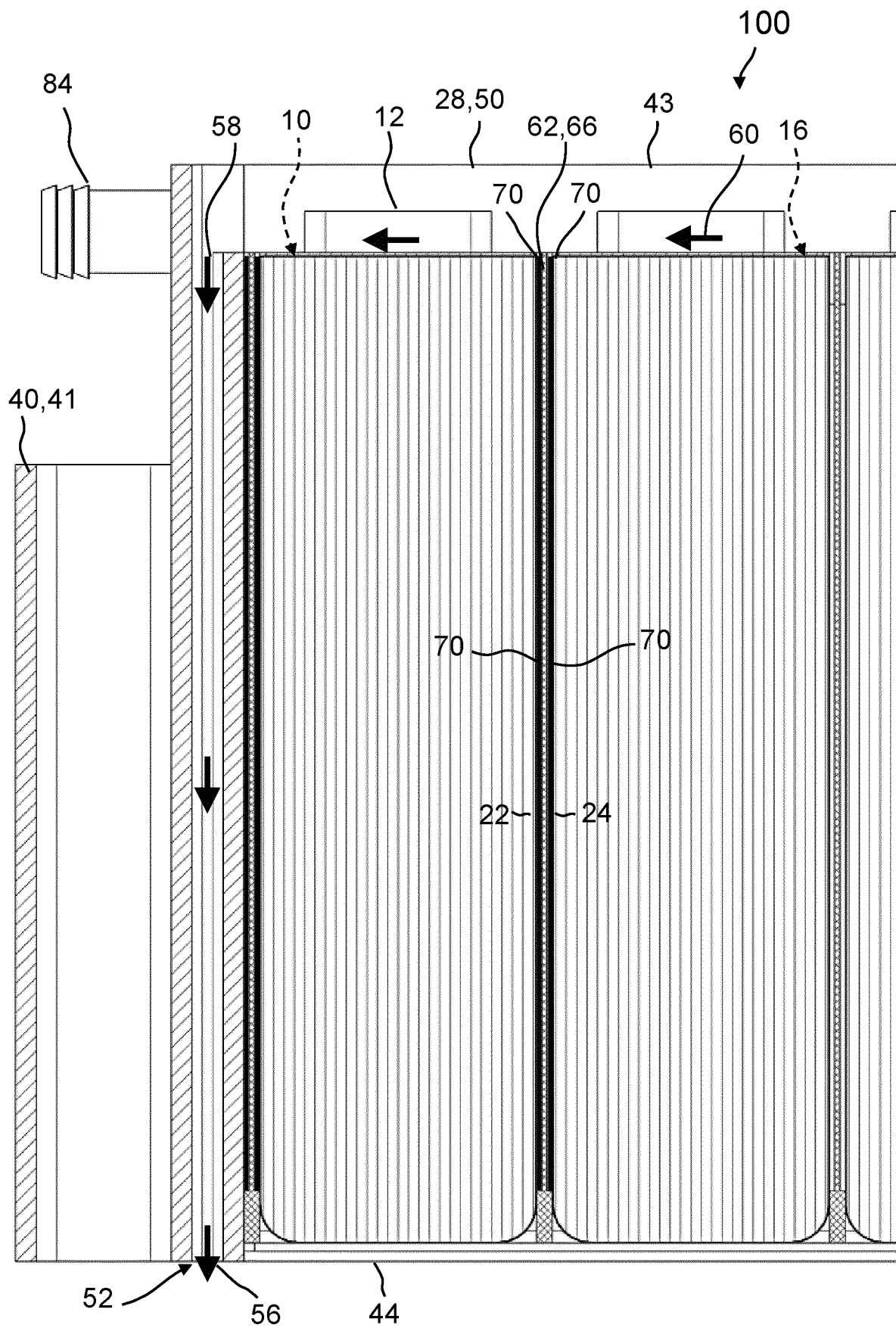


Fig. 5

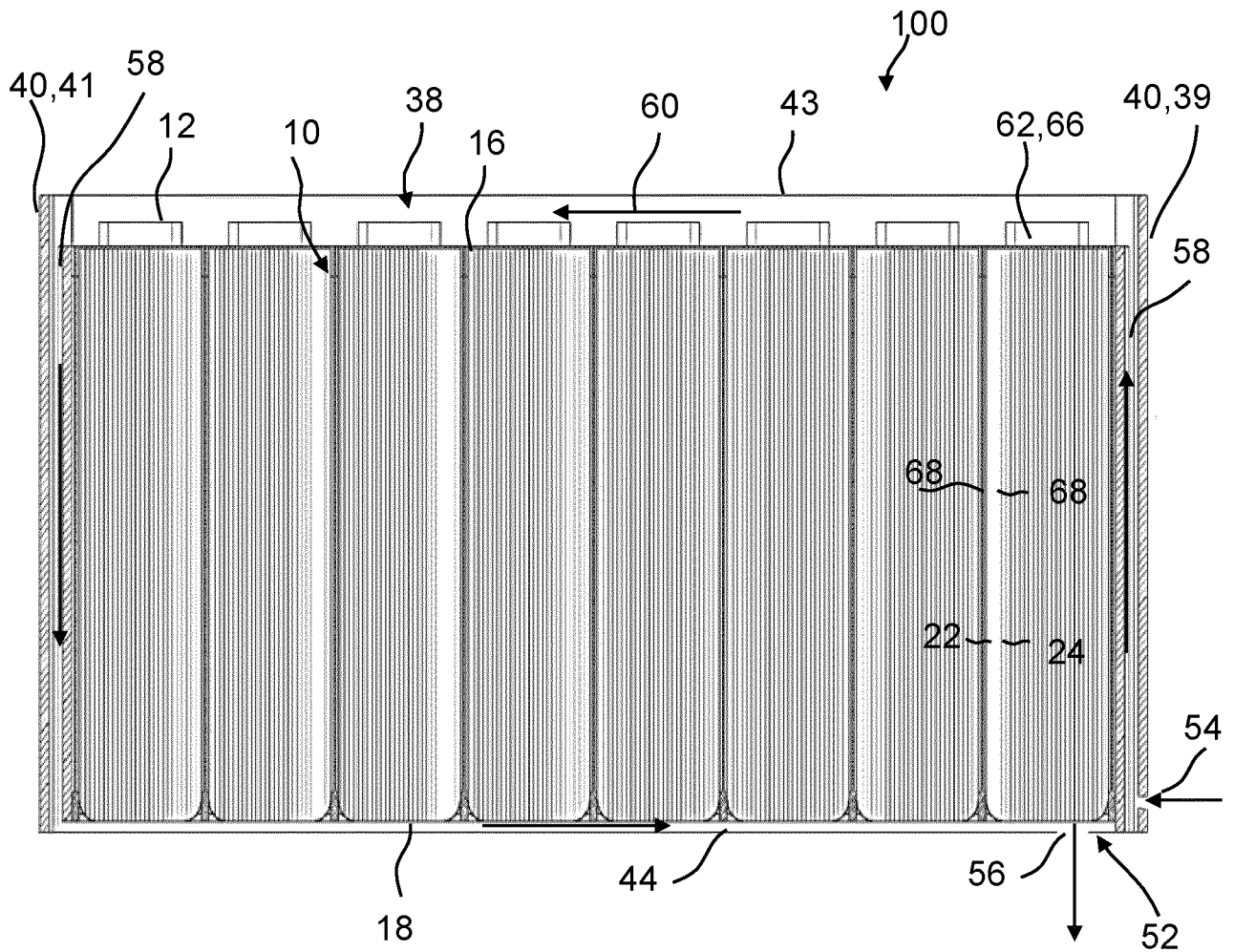


Fig. 6

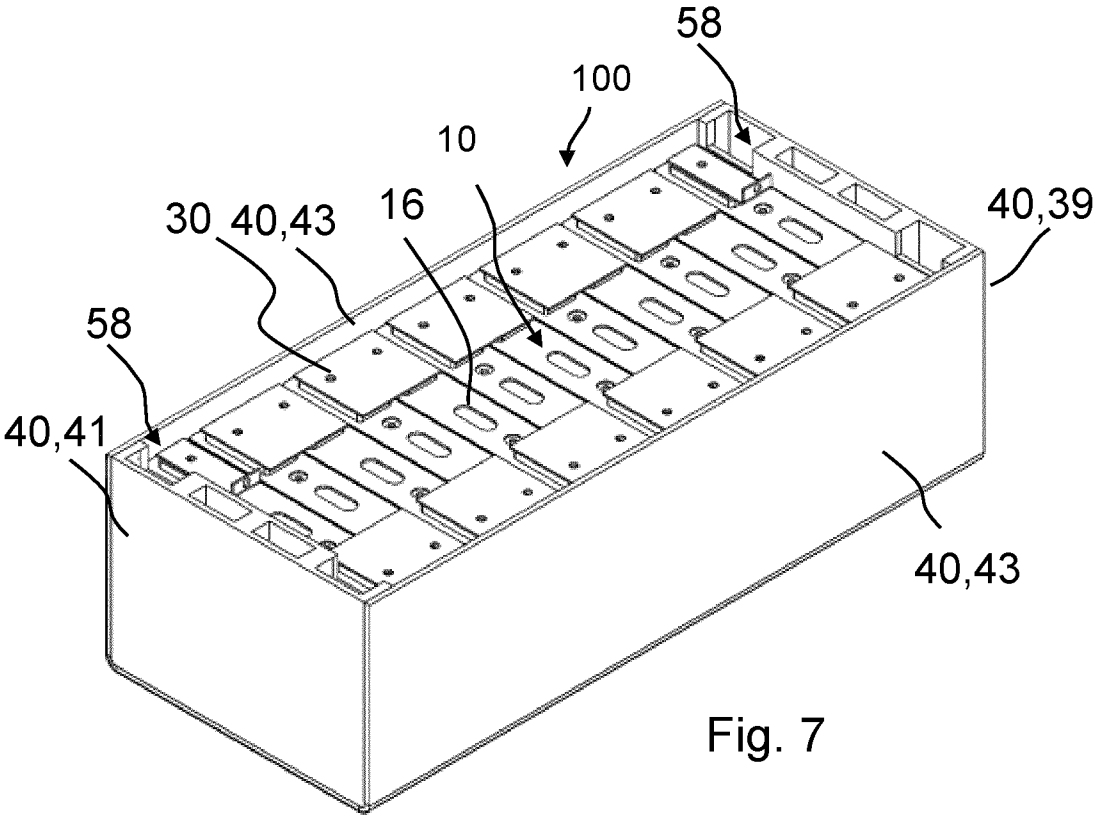


Fig. 7

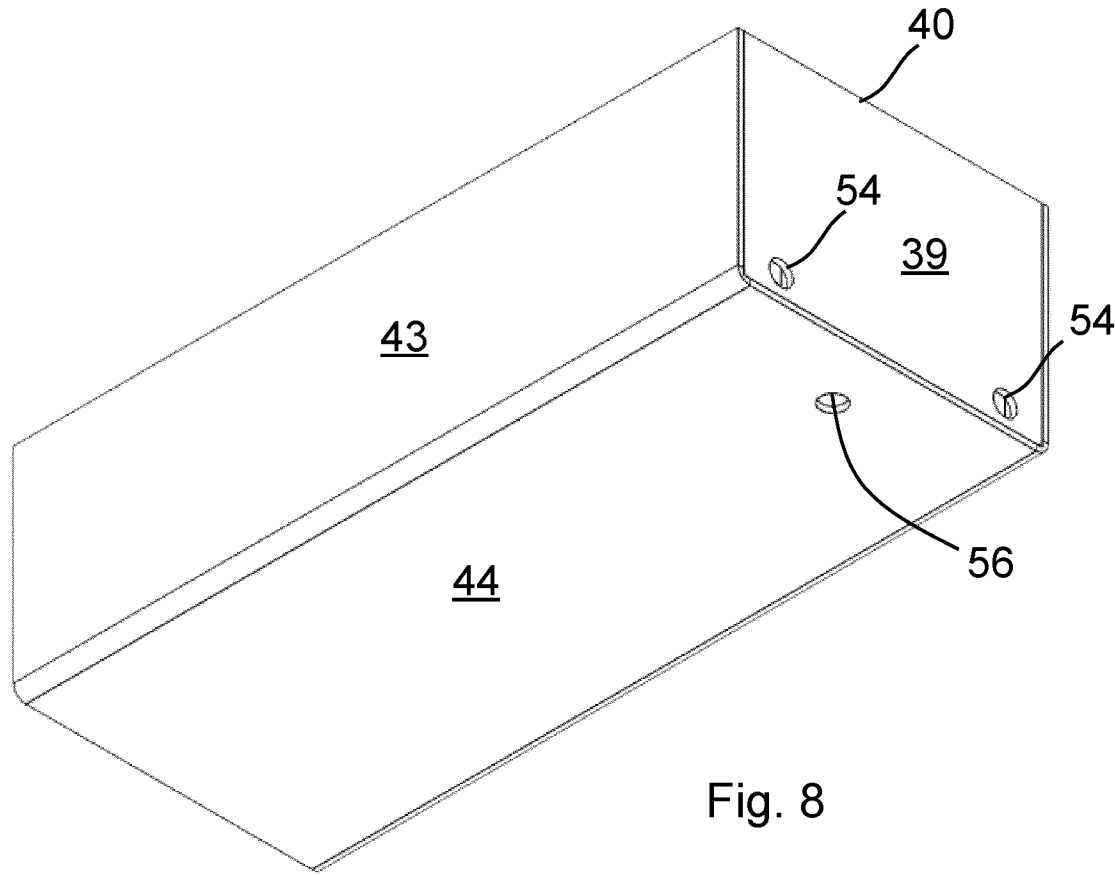


Fig. 8

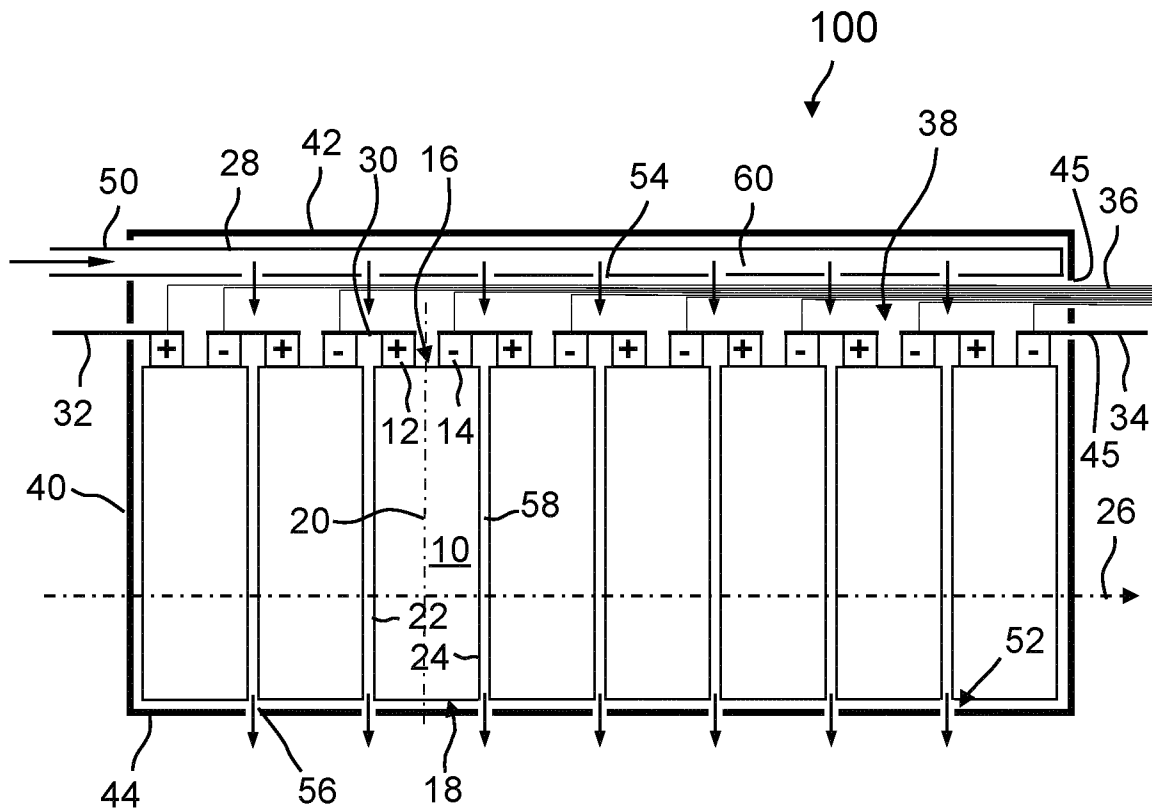


Fig. 9

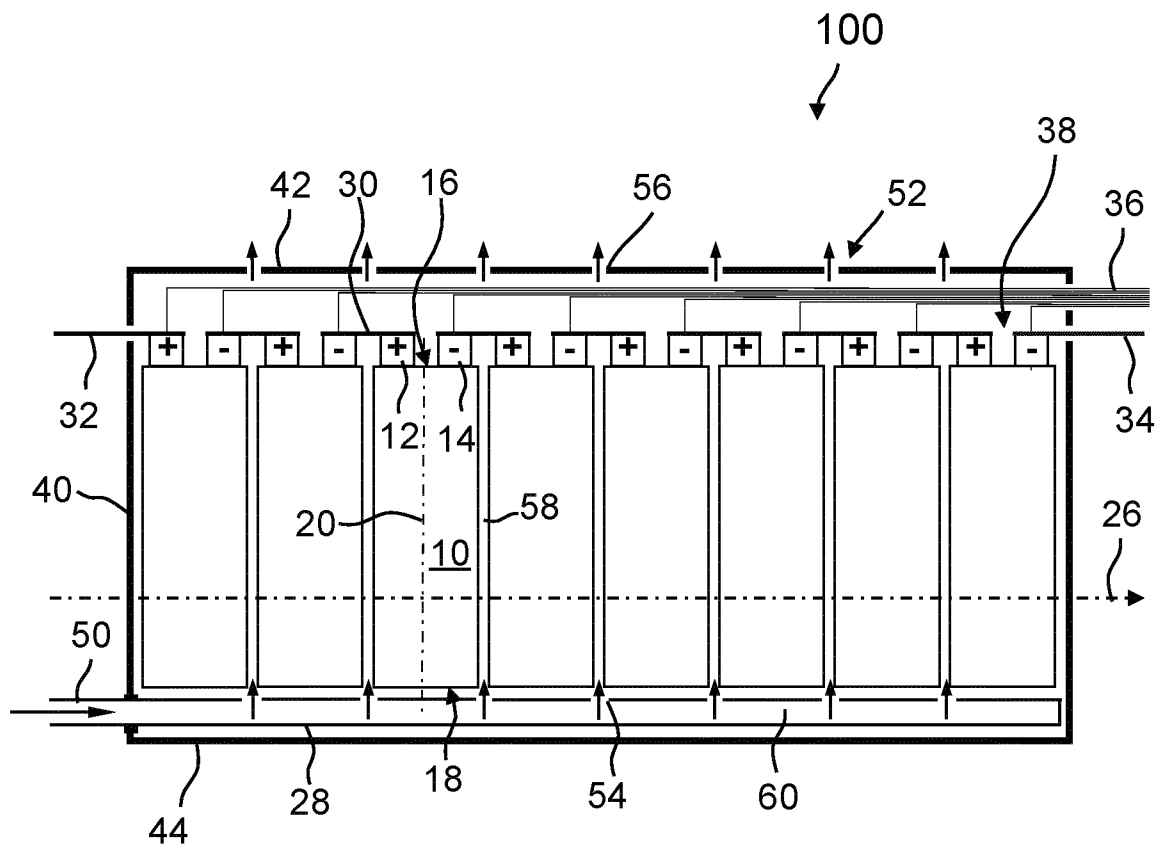


Fig. 10

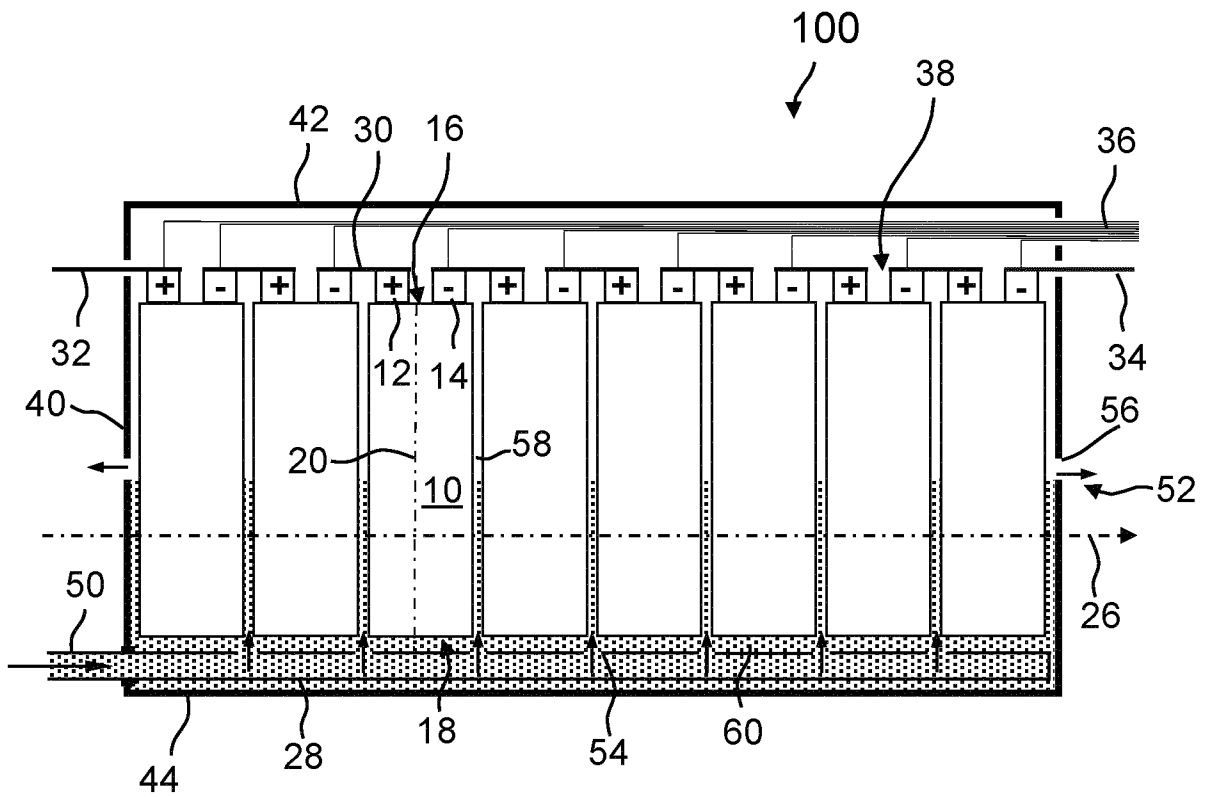


Fig. 11

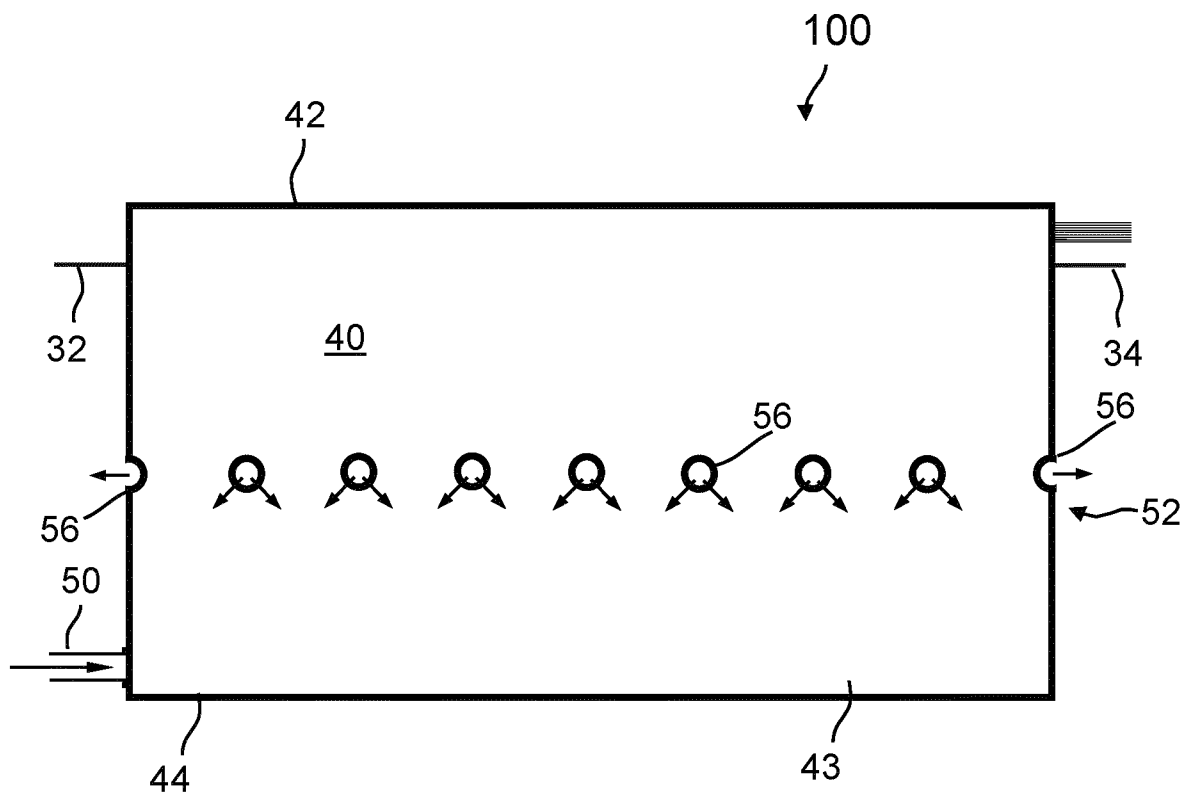


Fig. 12

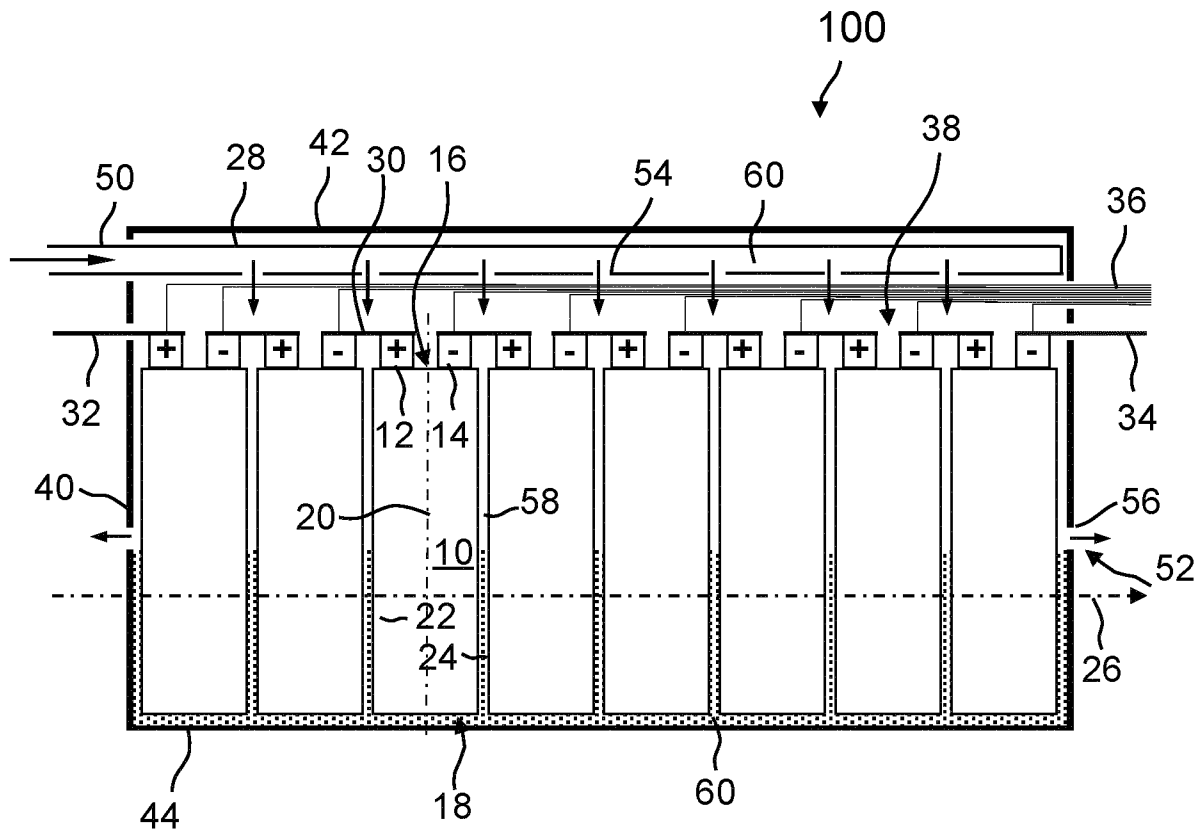


Fig. 13

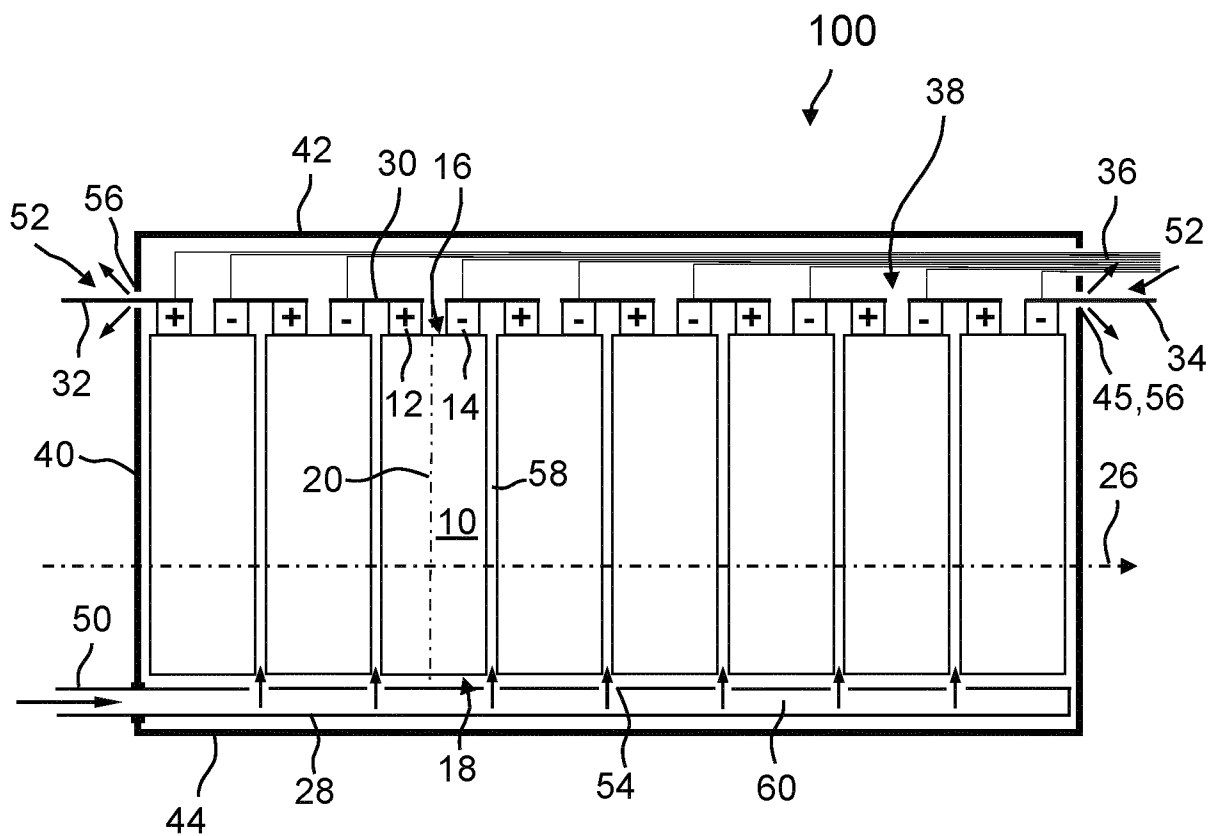


Fig. 14

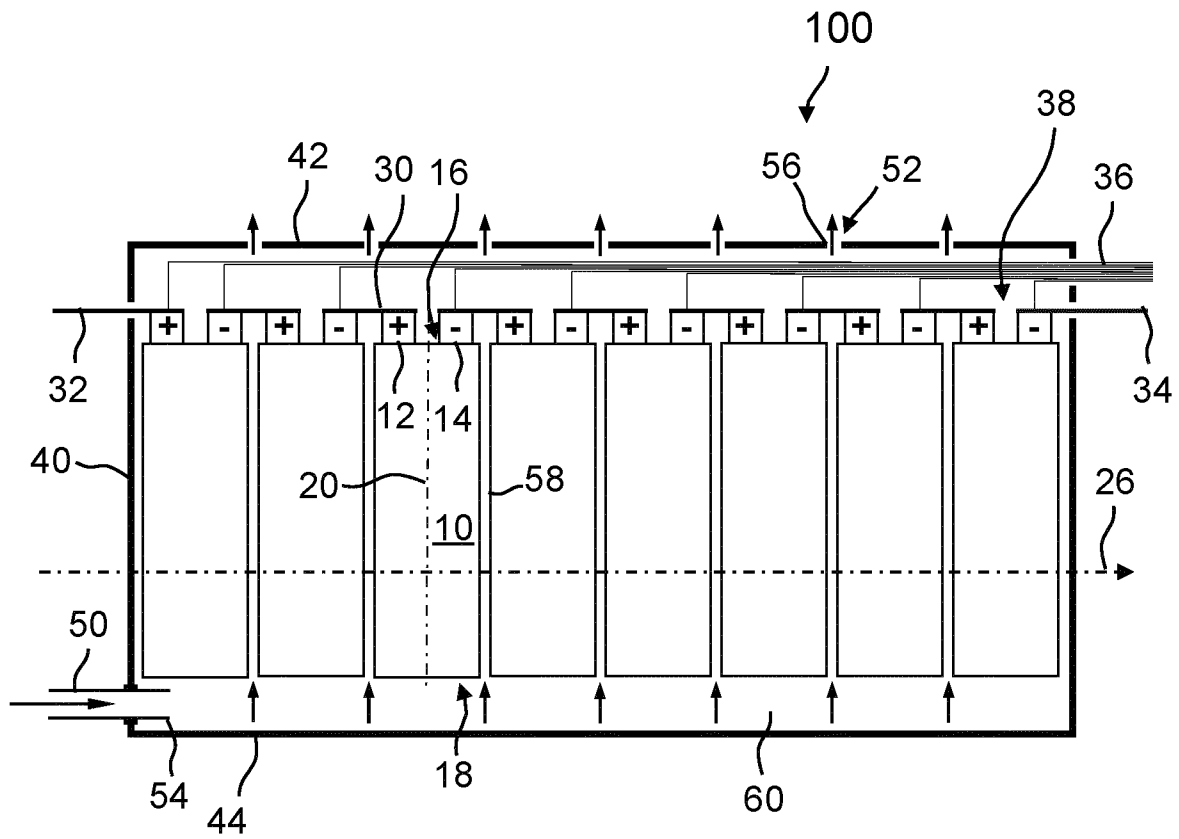


Fig. 15

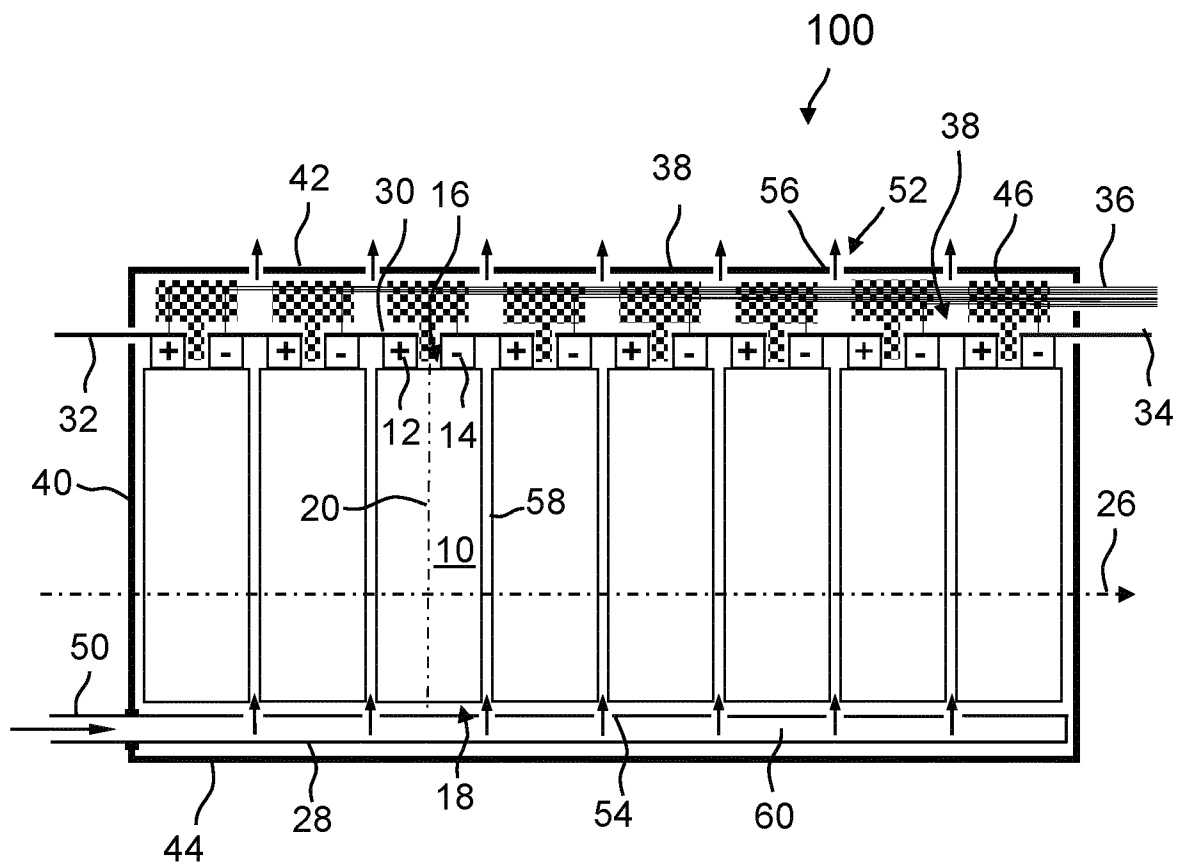
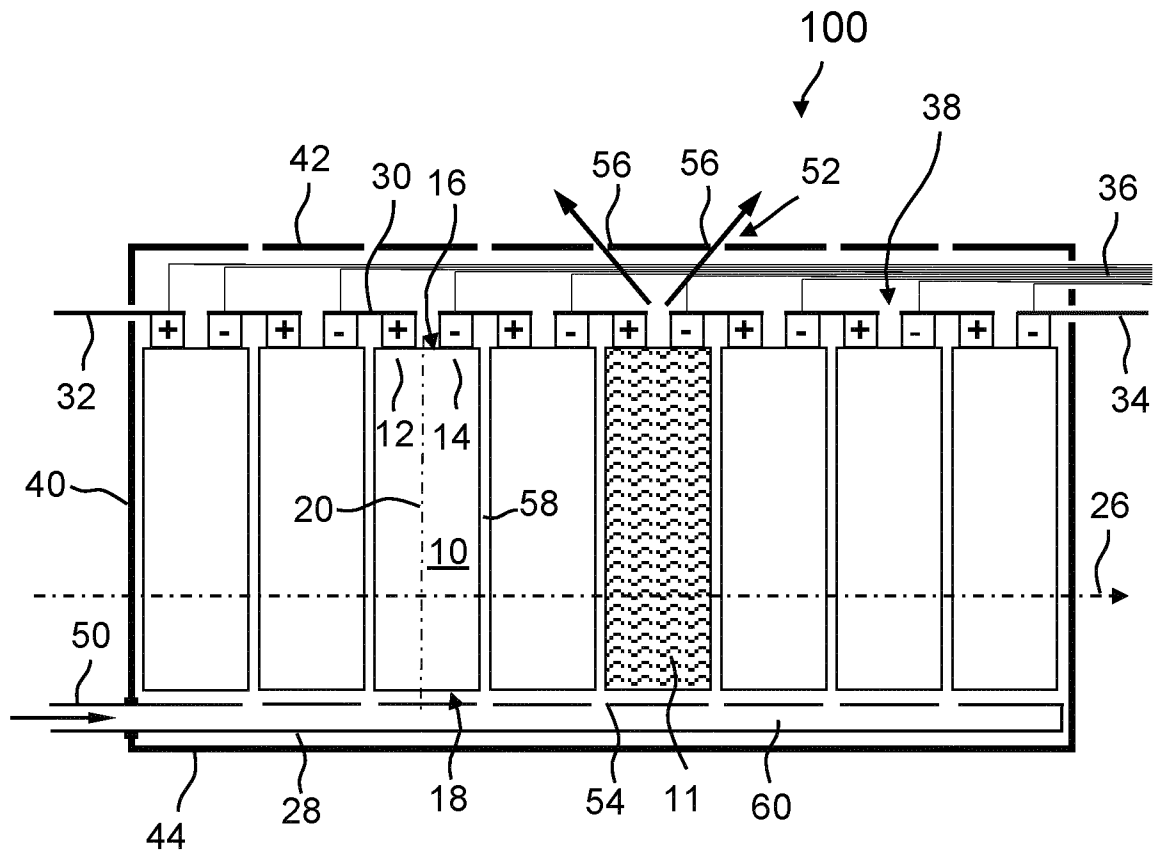


Fig. 16



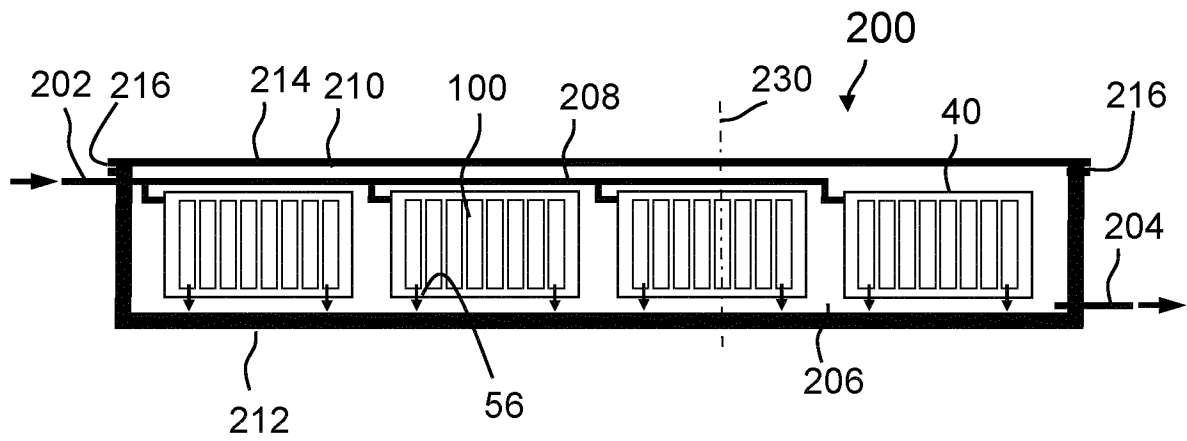


Fig. 18

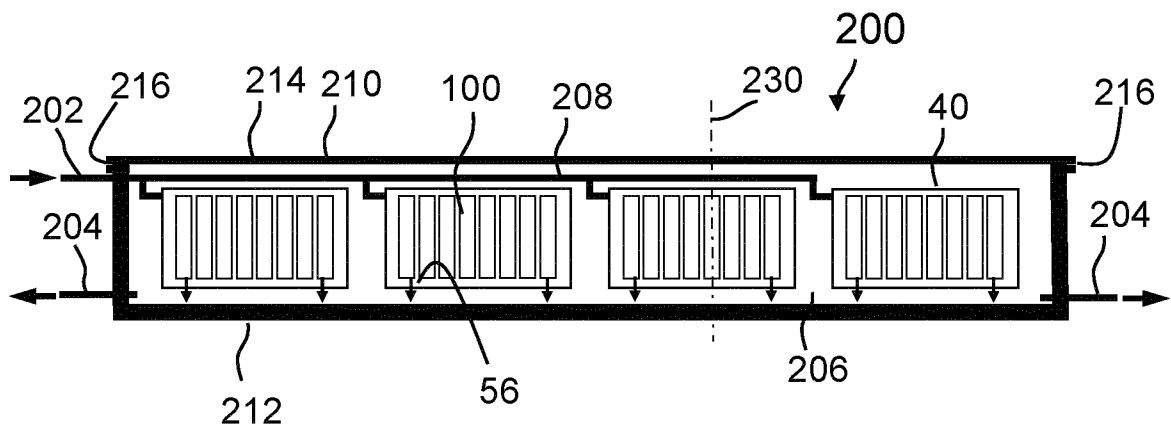


Fig. 19

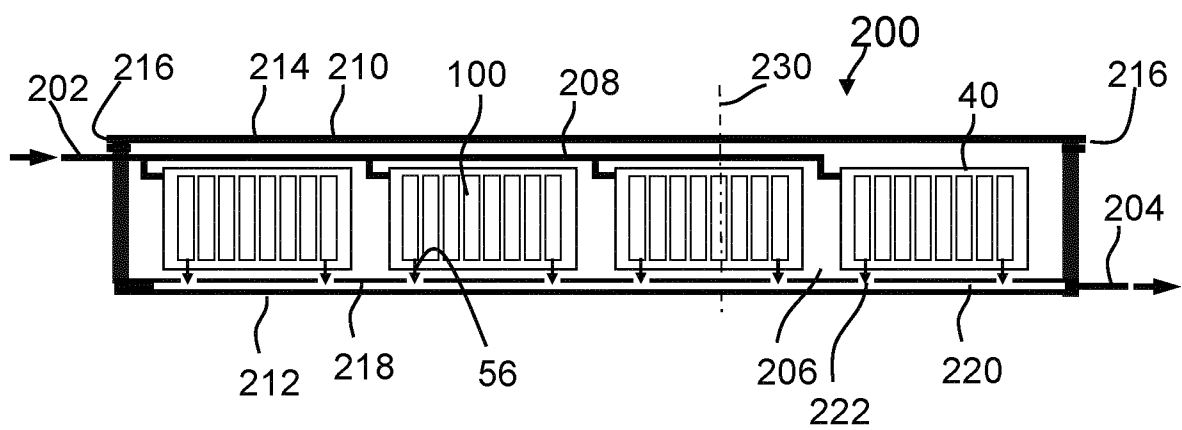


Fig. 20

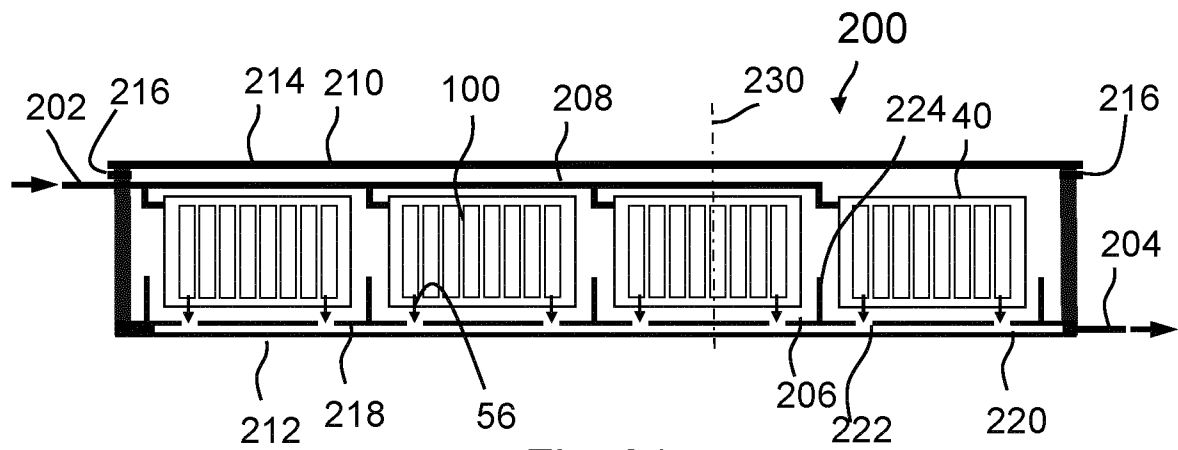


Fig. 21

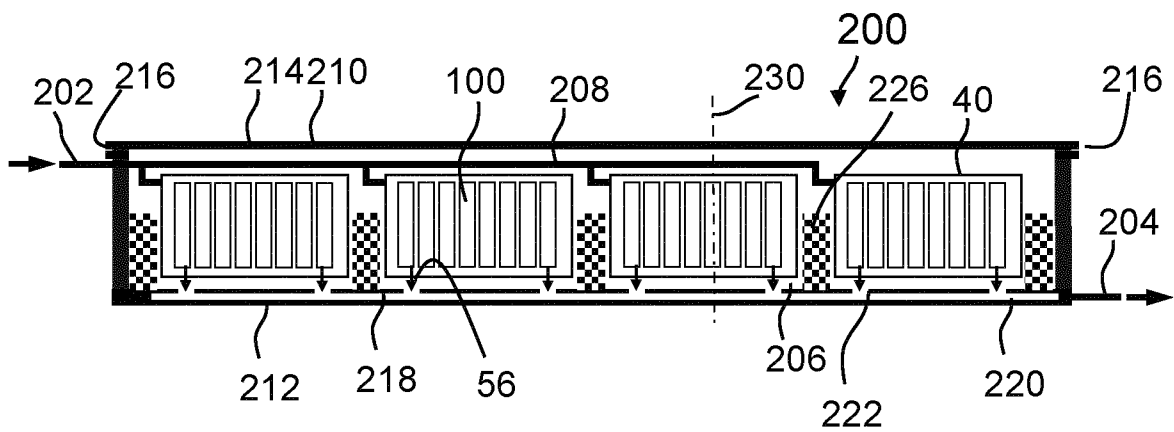


Fig. 22

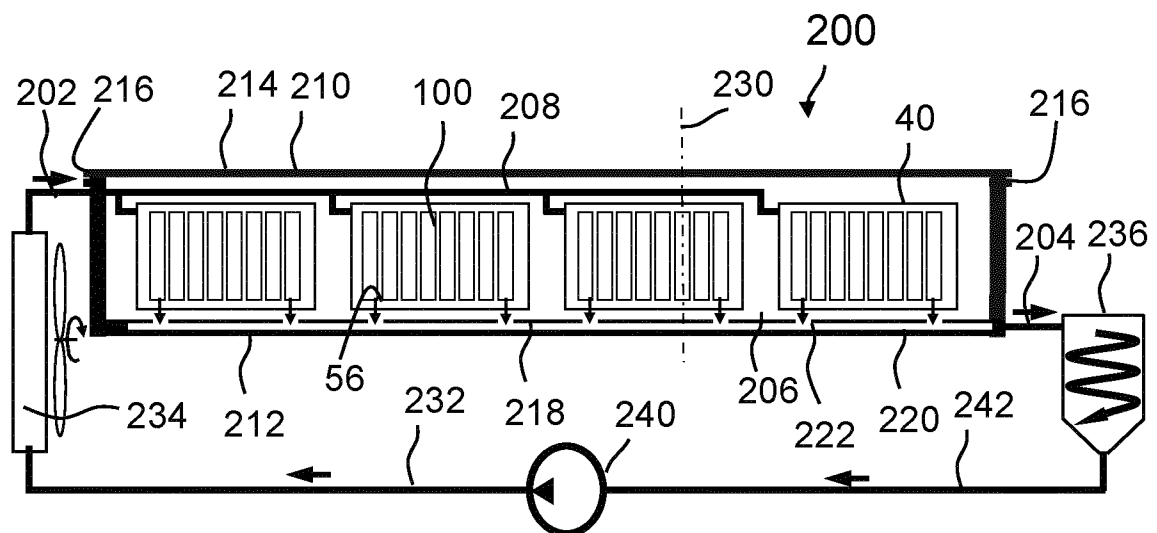


Fig. 23

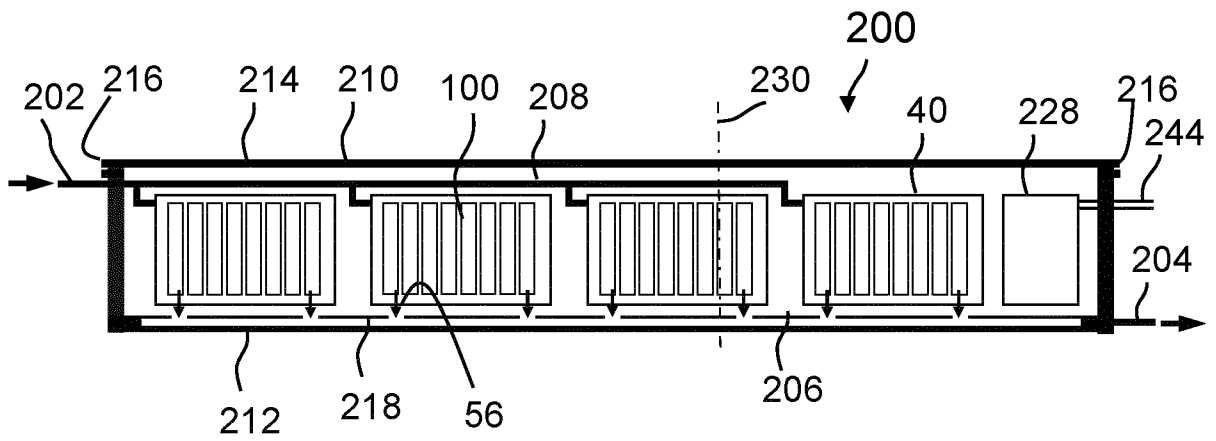


Fig. 24

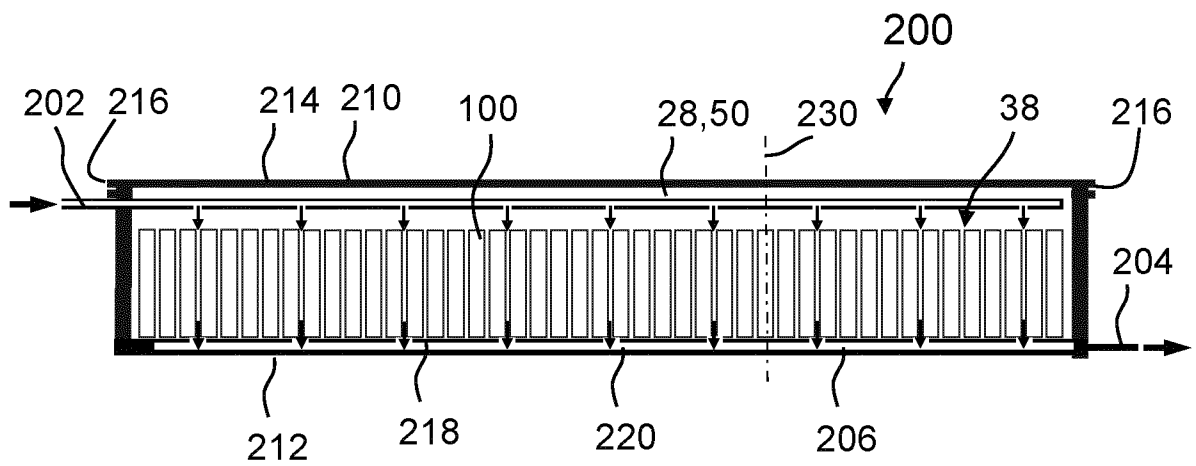


Fig. 25

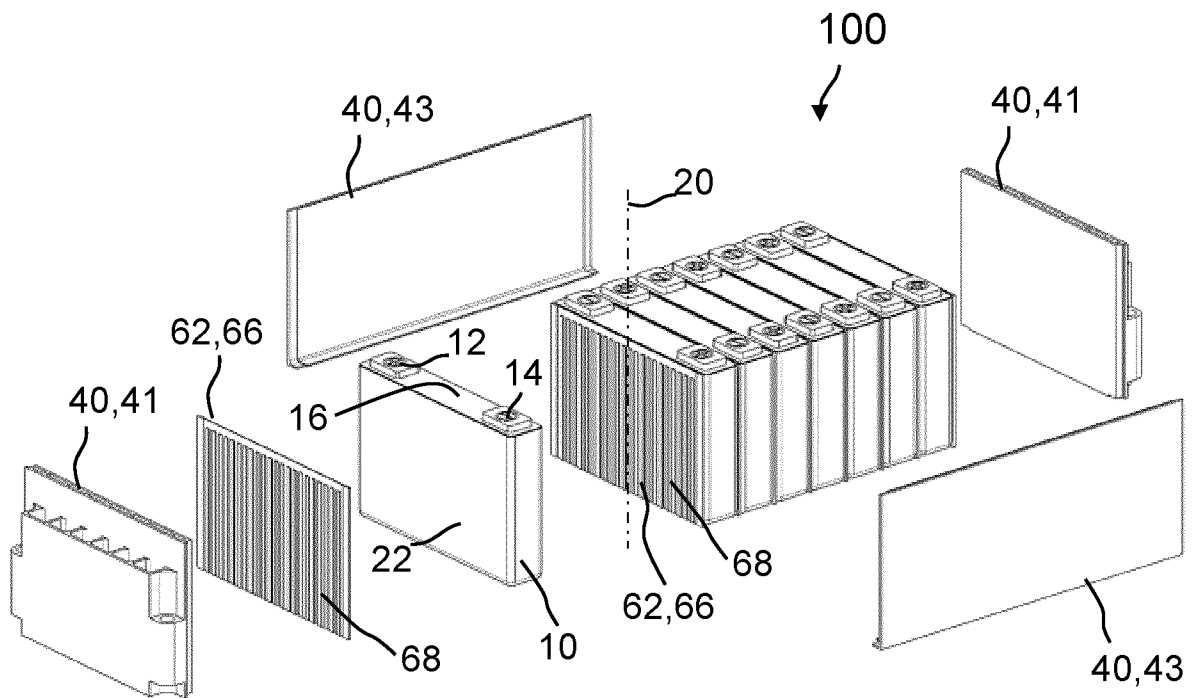


Fig. 26

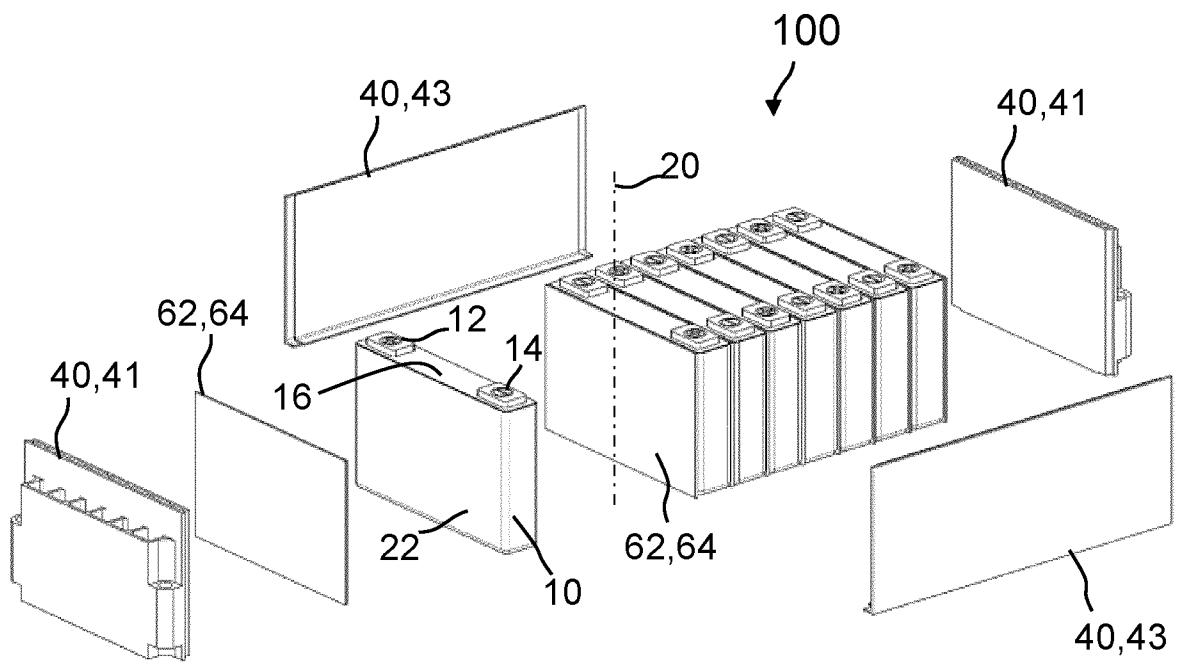


Fig. 27

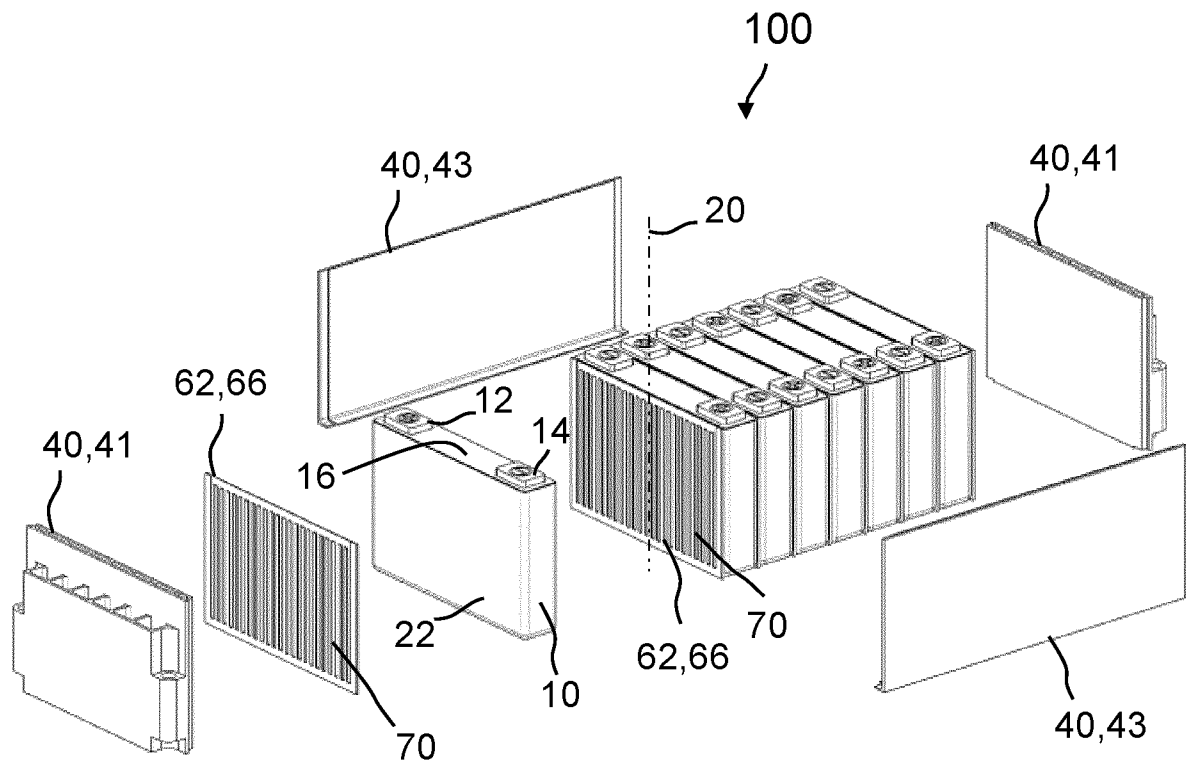


Fig. 28

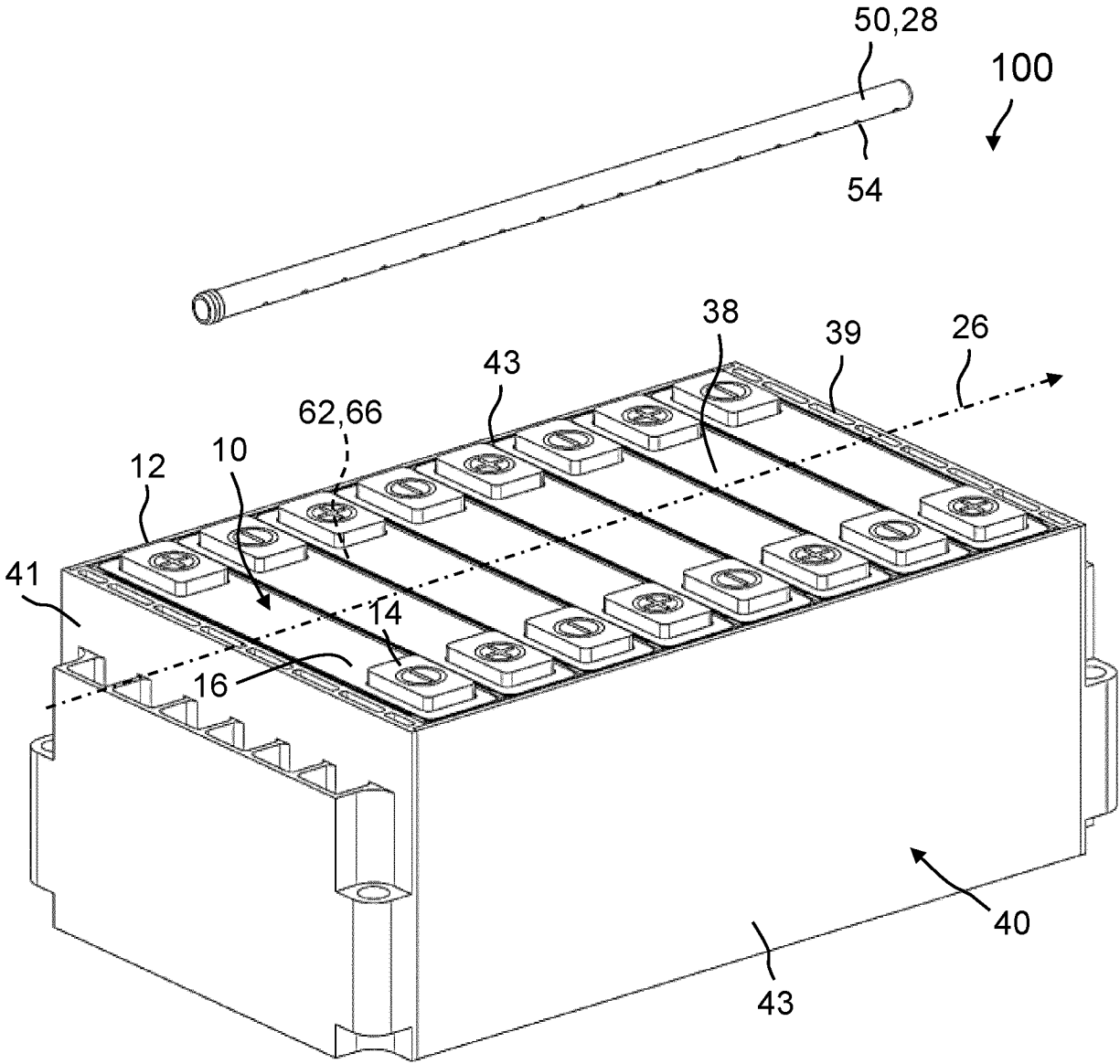
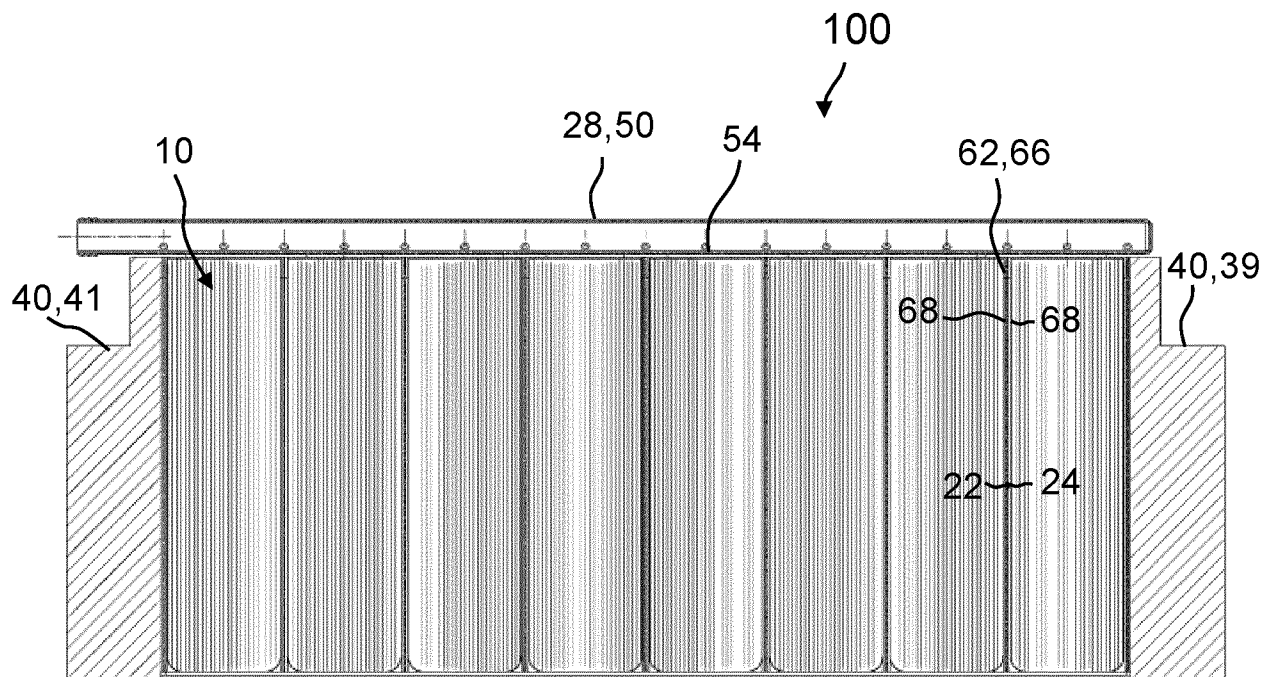
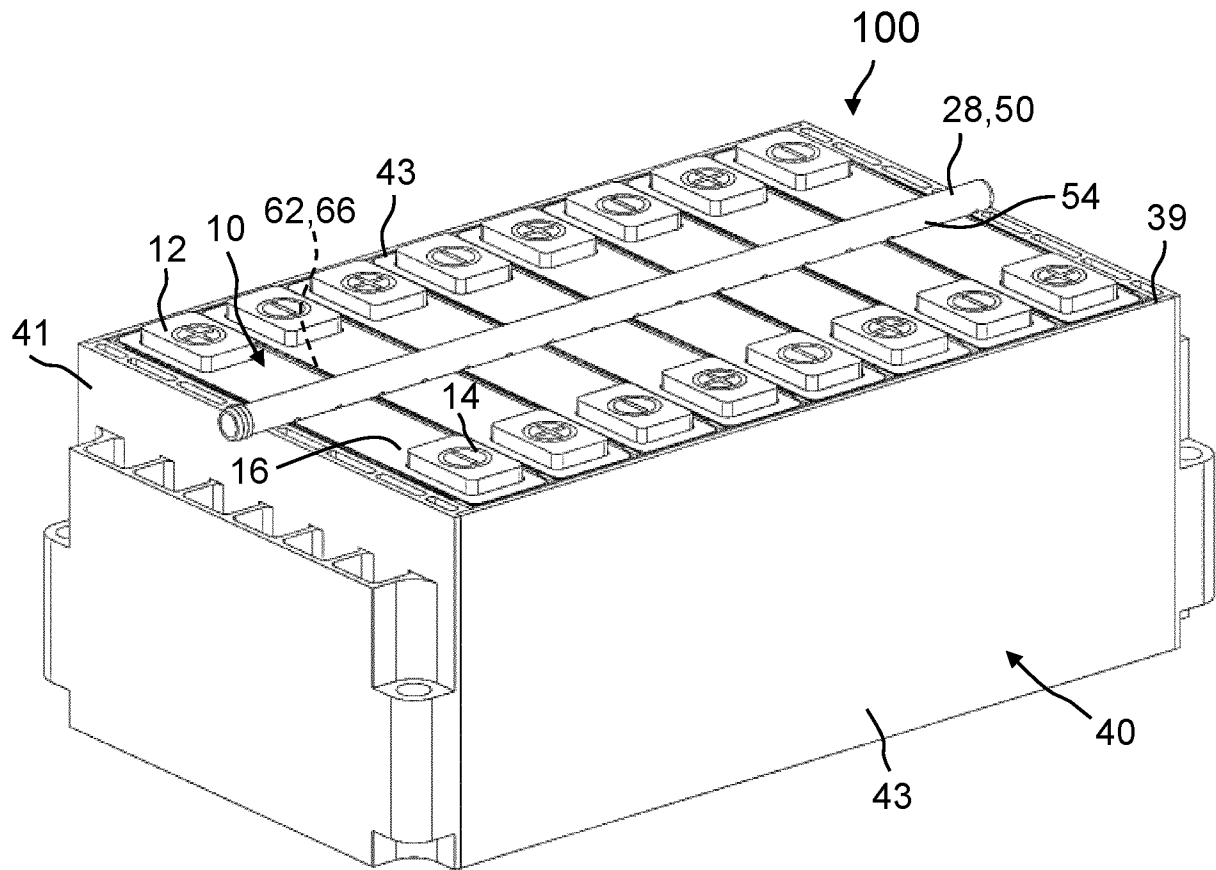


Fig. 29



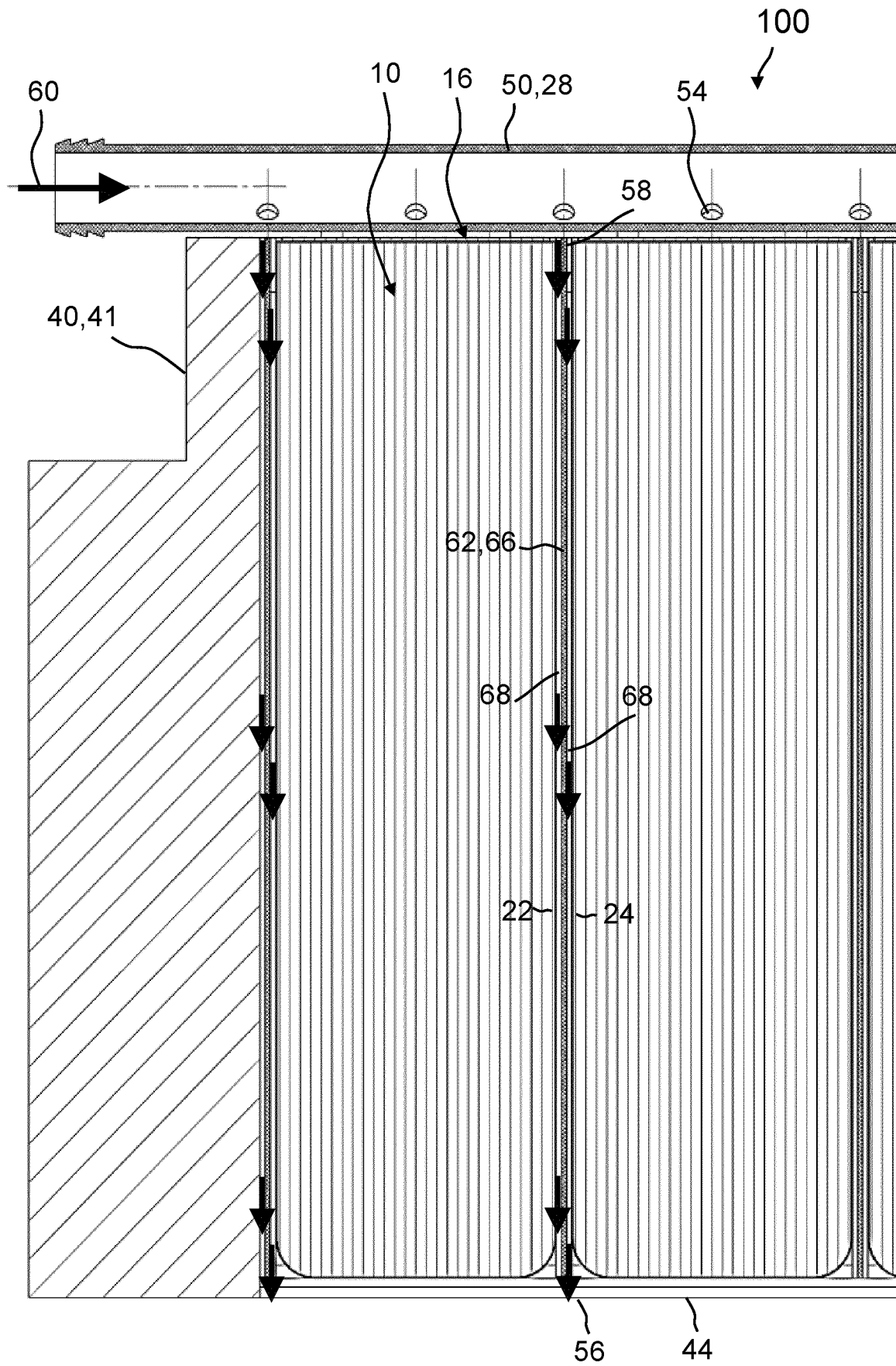


Fig. 32

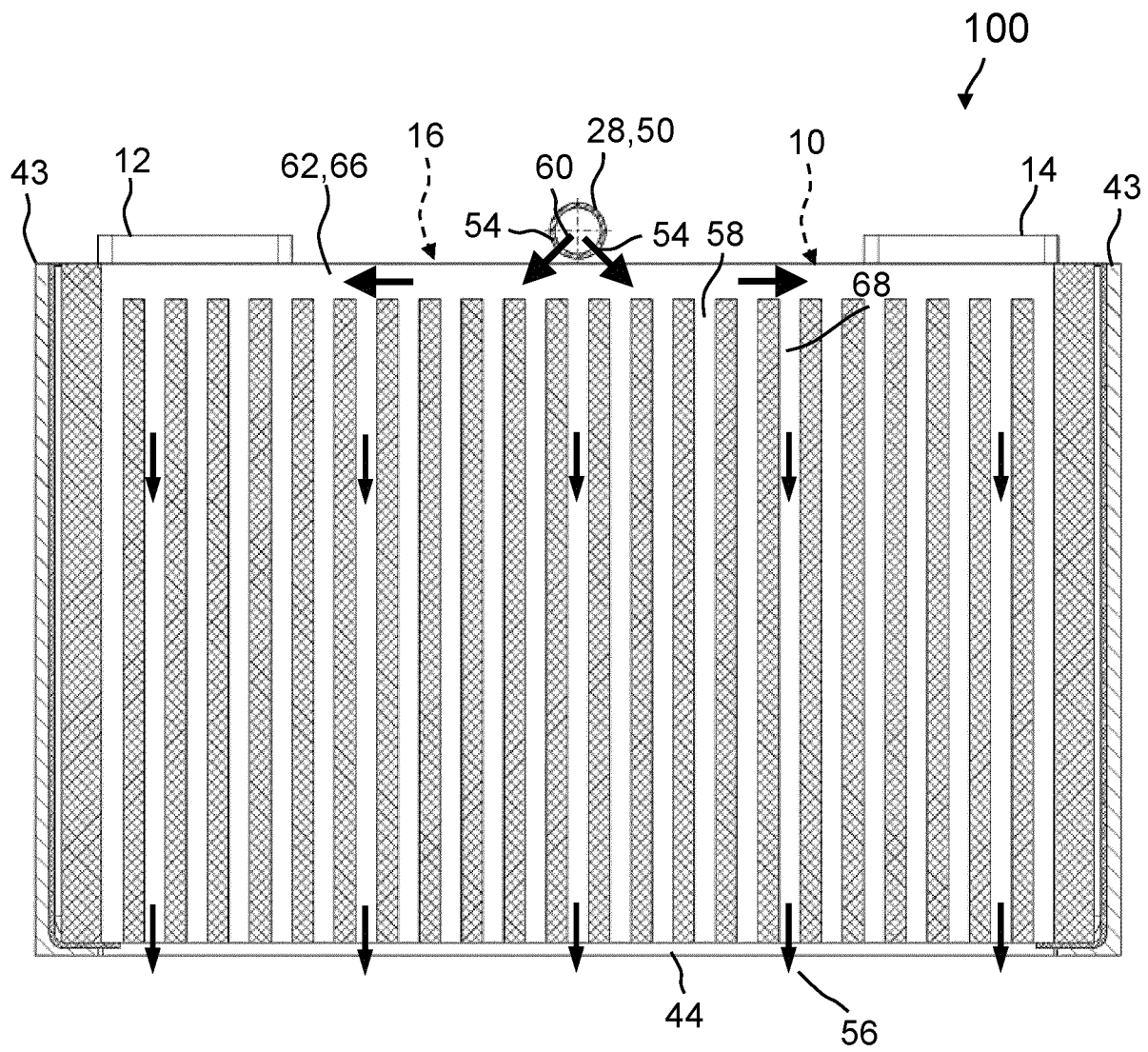


Fig. 33

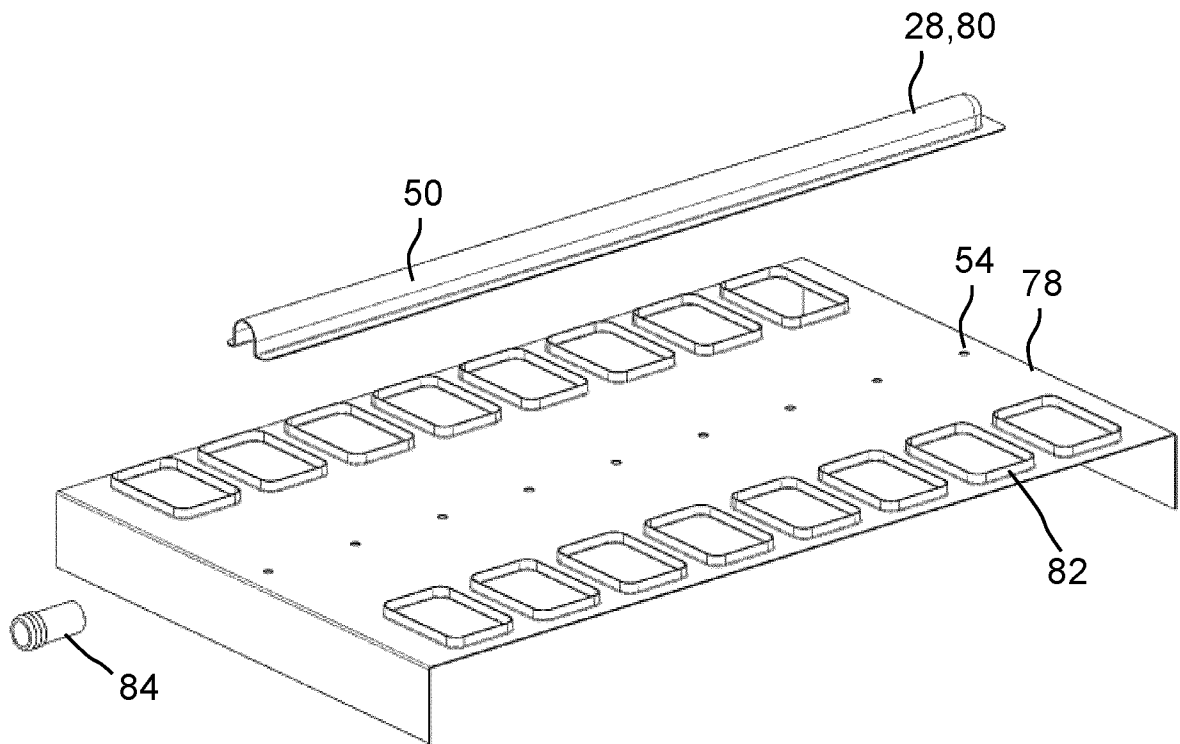


Fig. 34

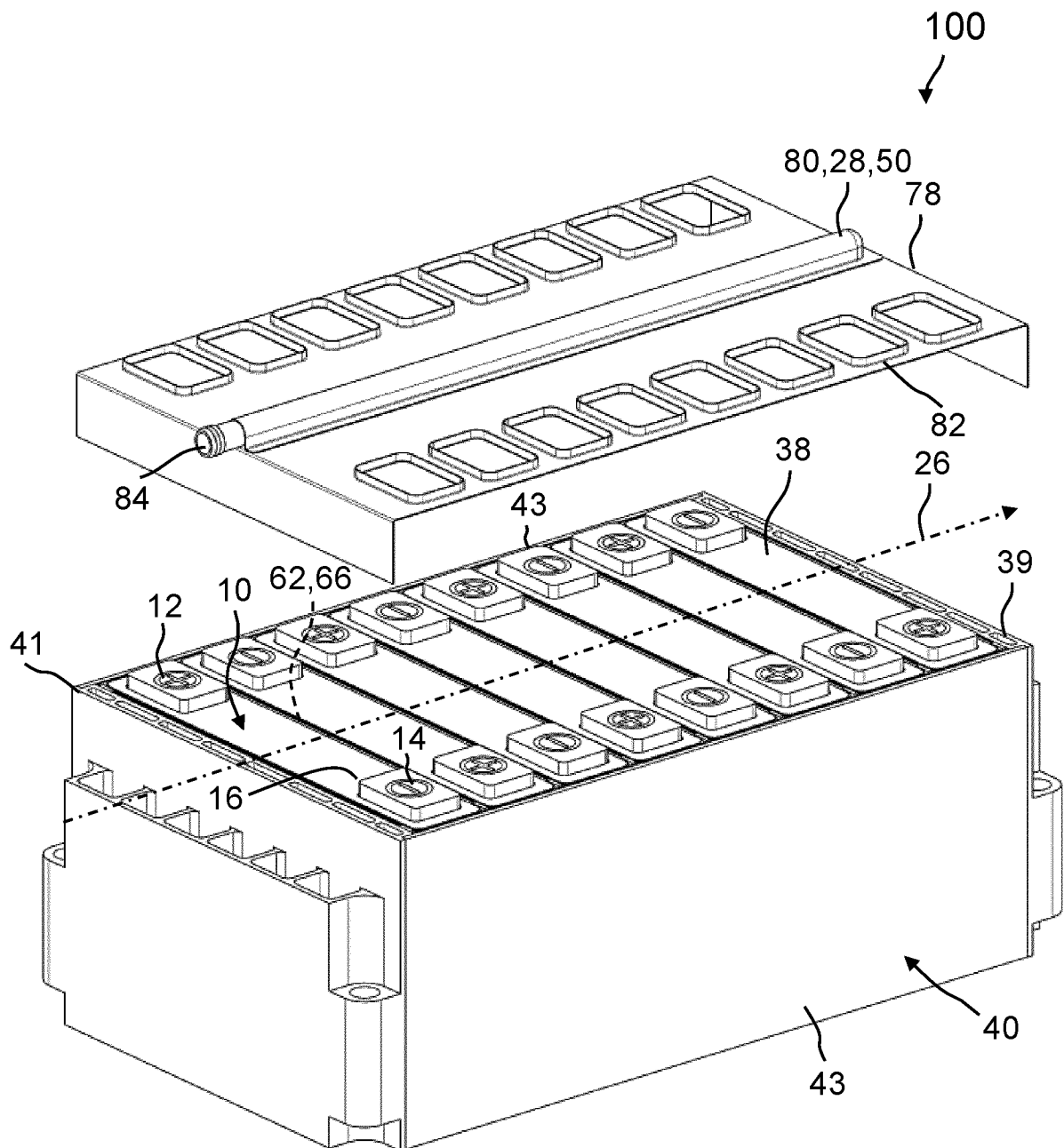


Fig. 35

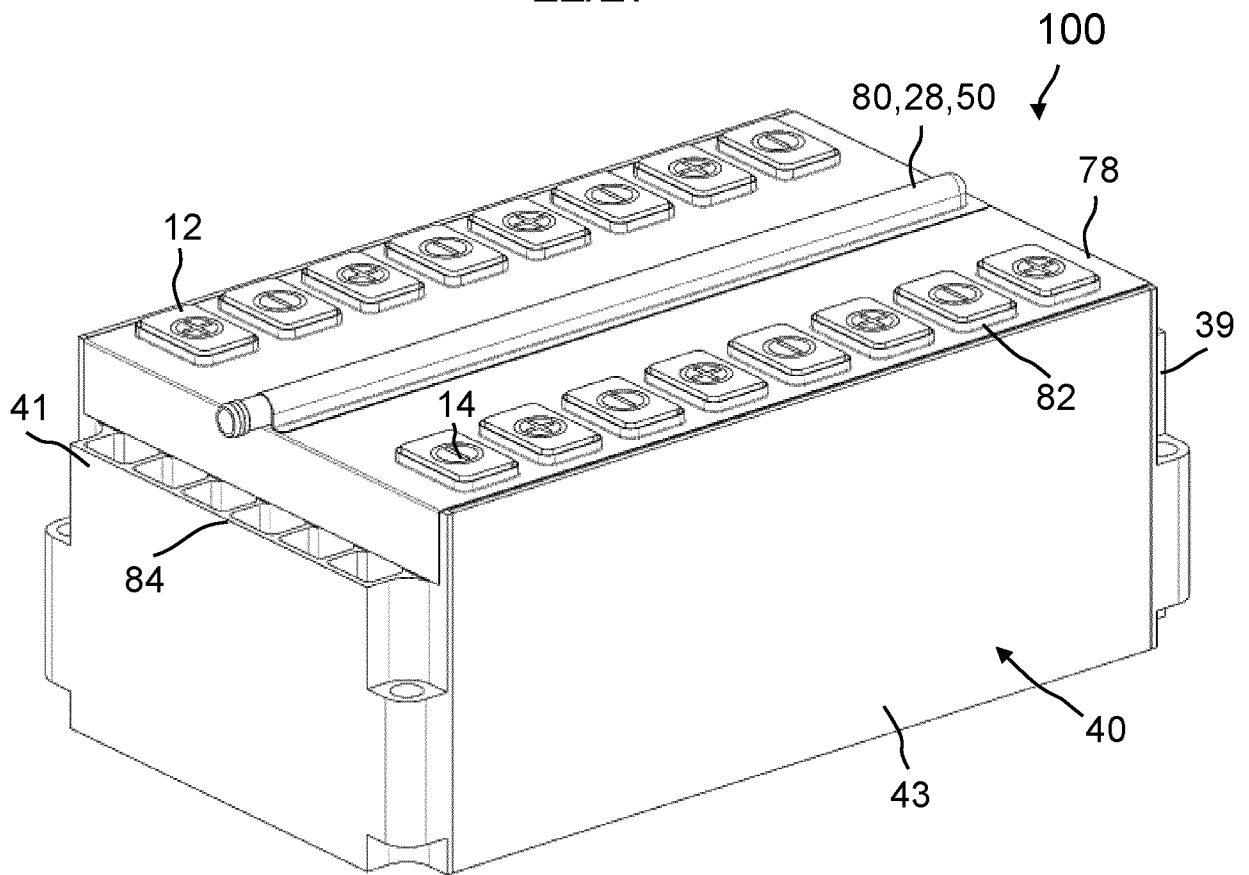


Fig. 36

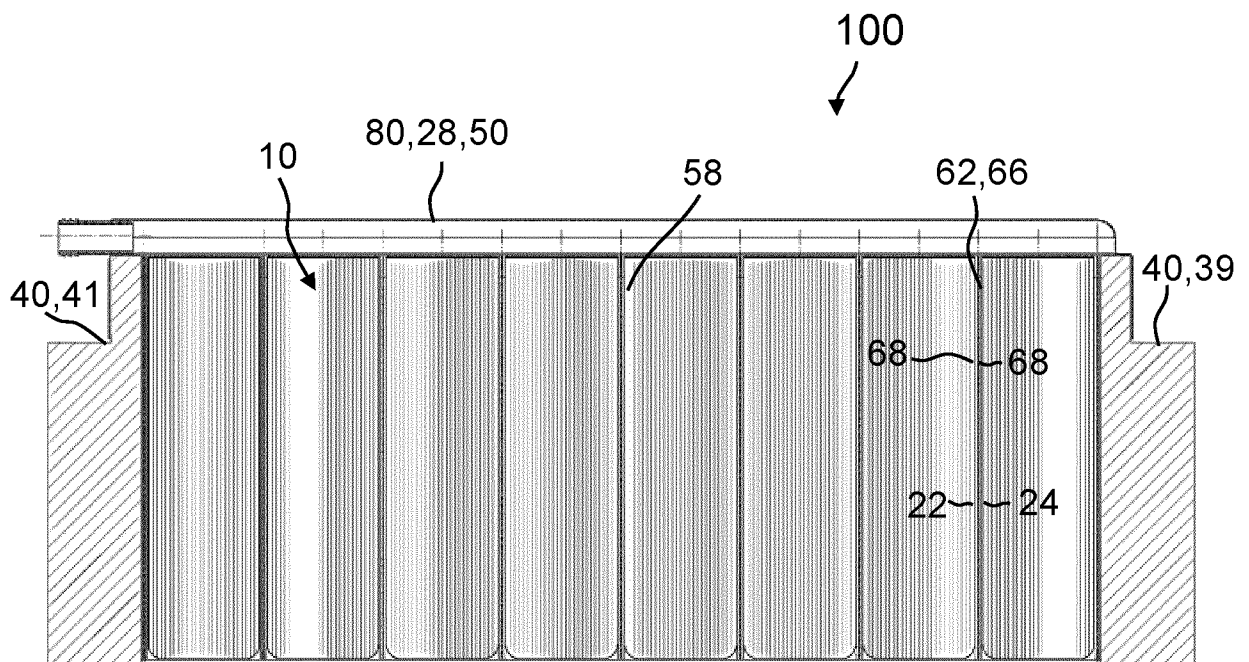


Fig. 37

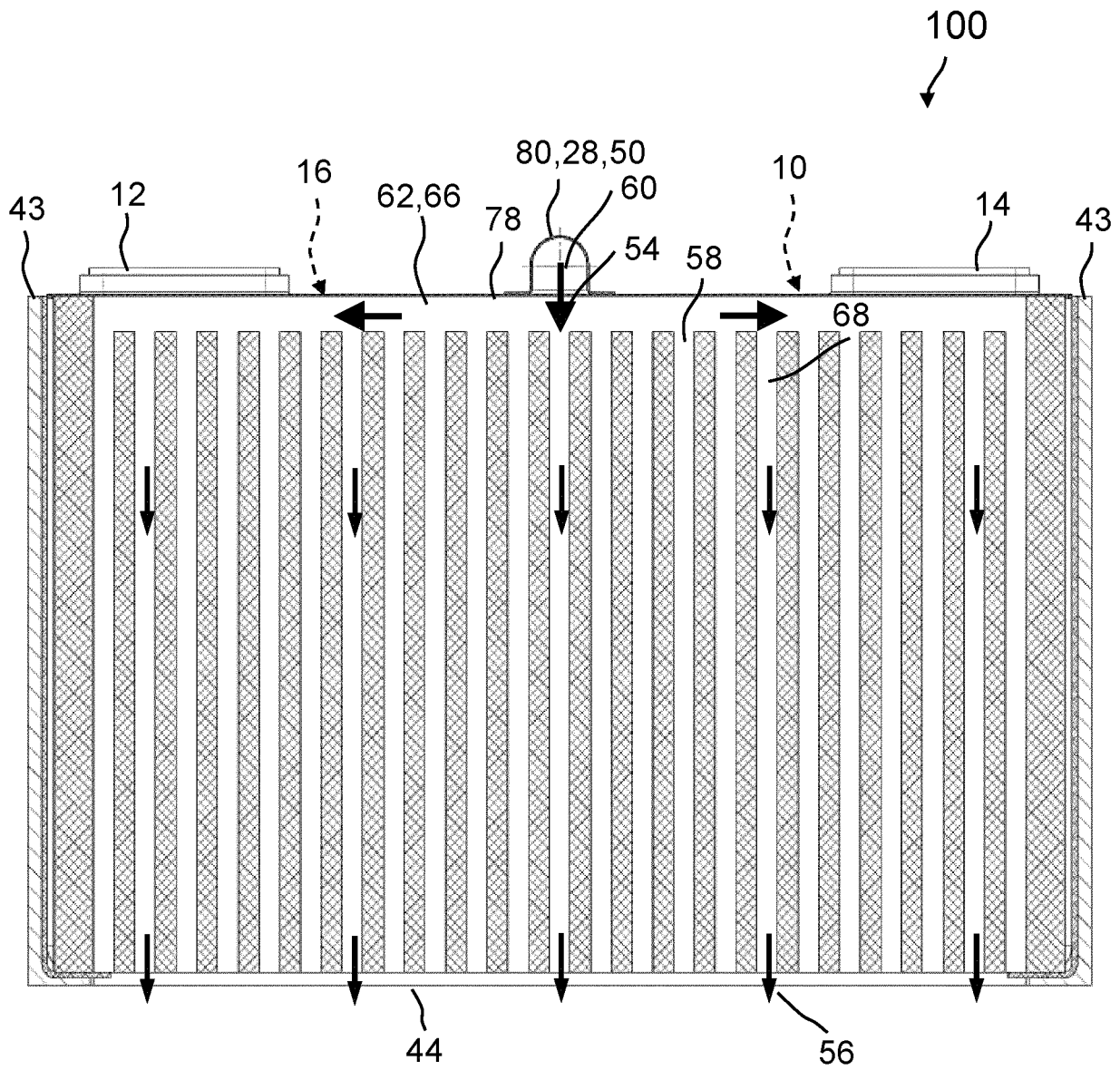


Fig. 38

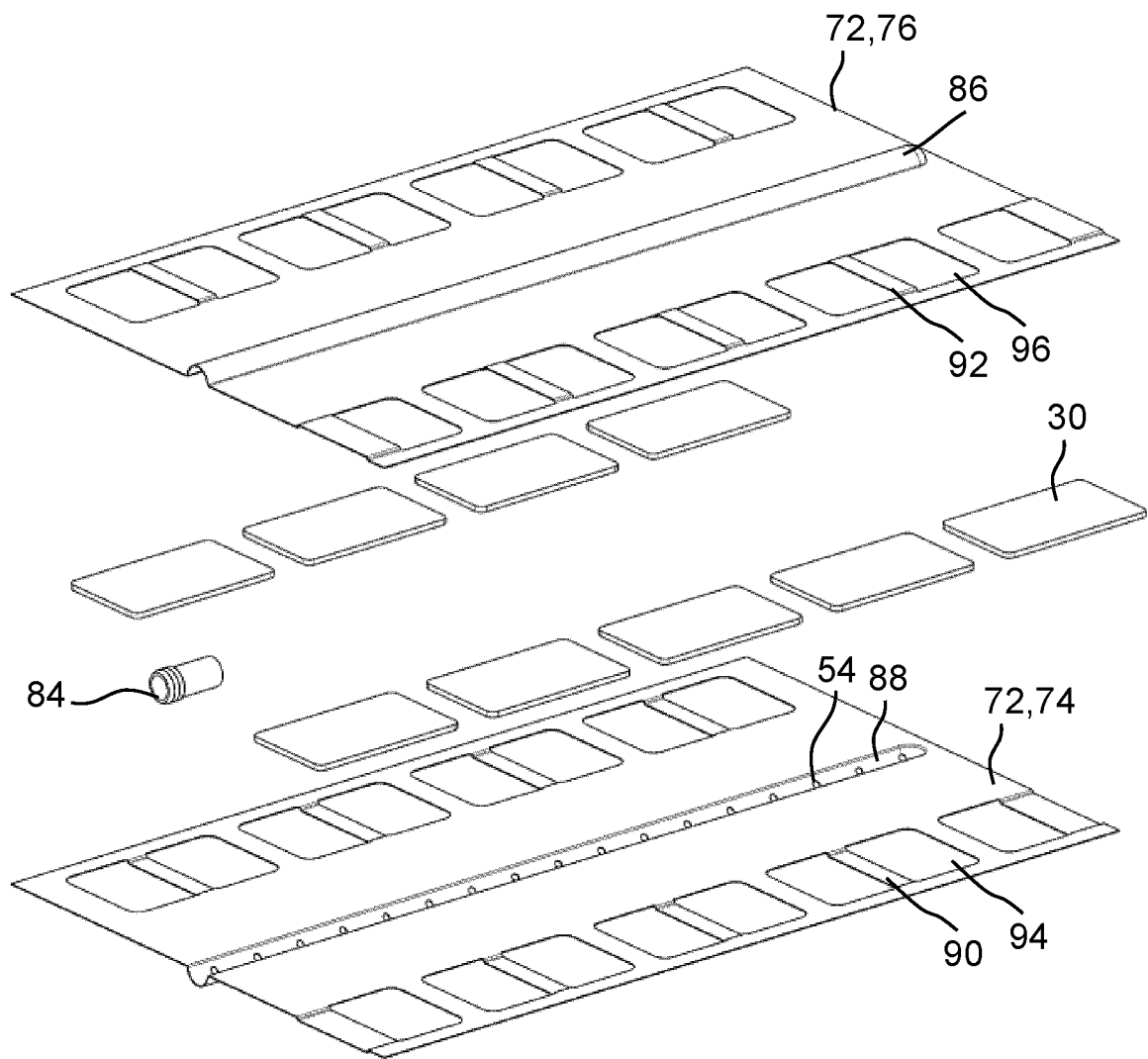


Fig. 39

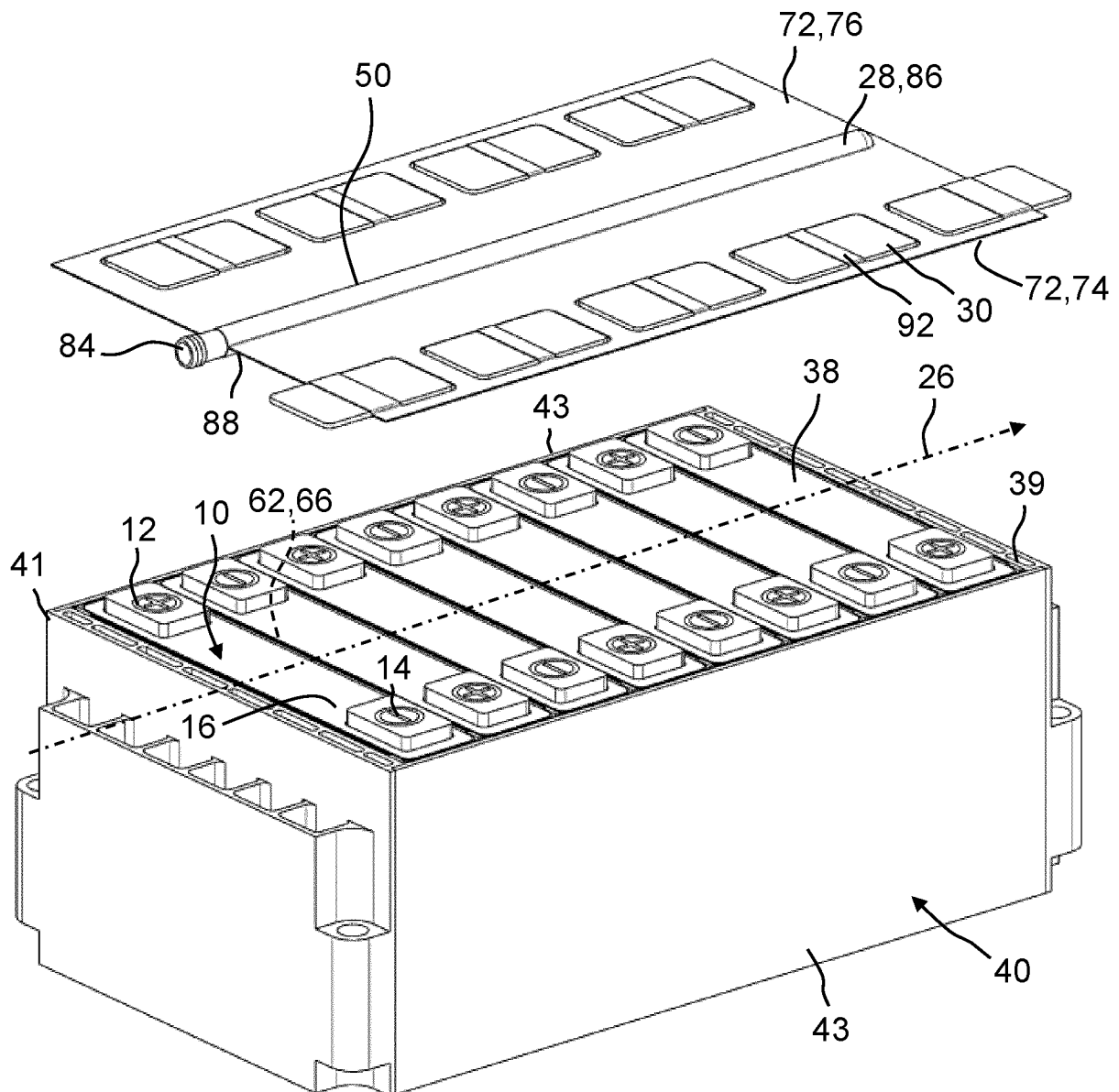


Fig. 40

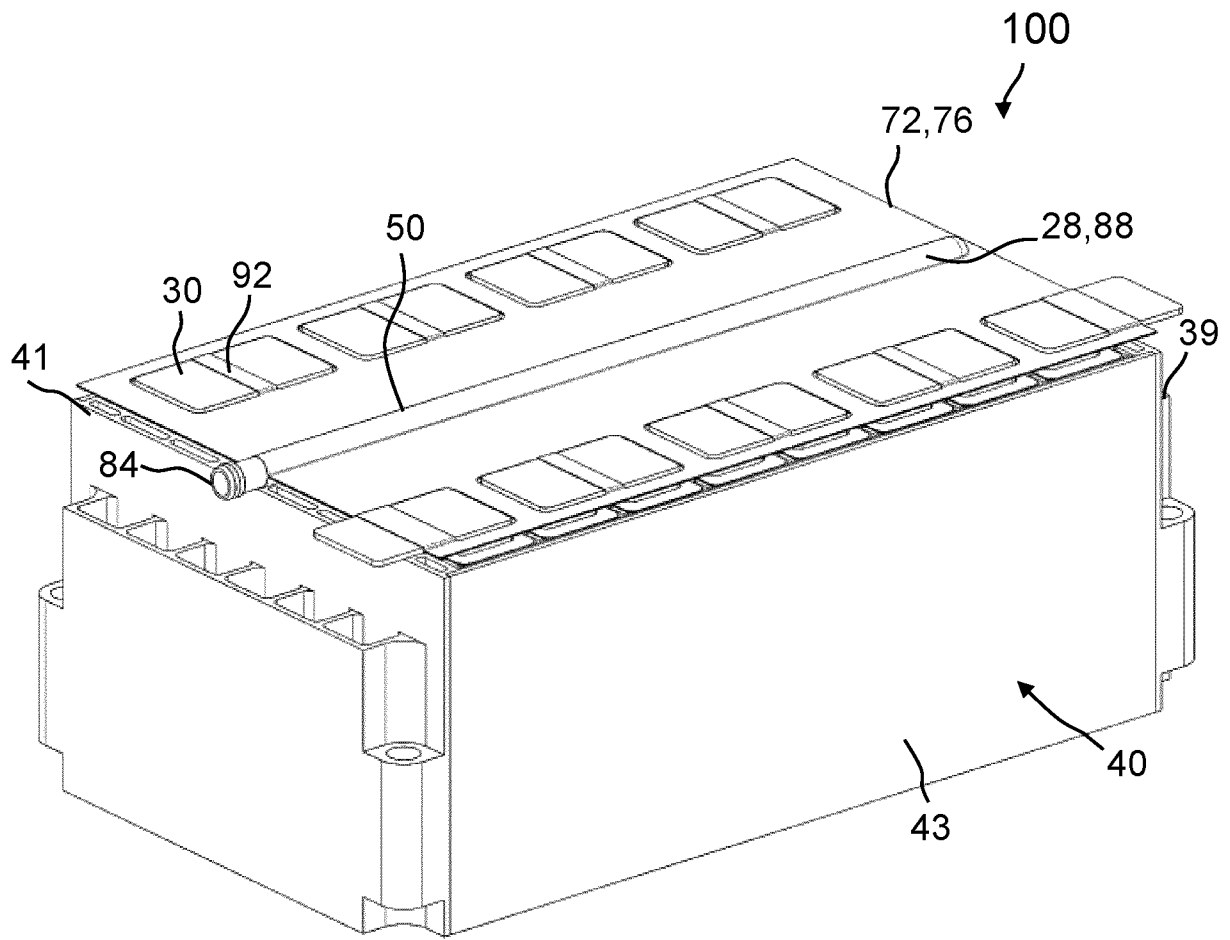


Fig. 41

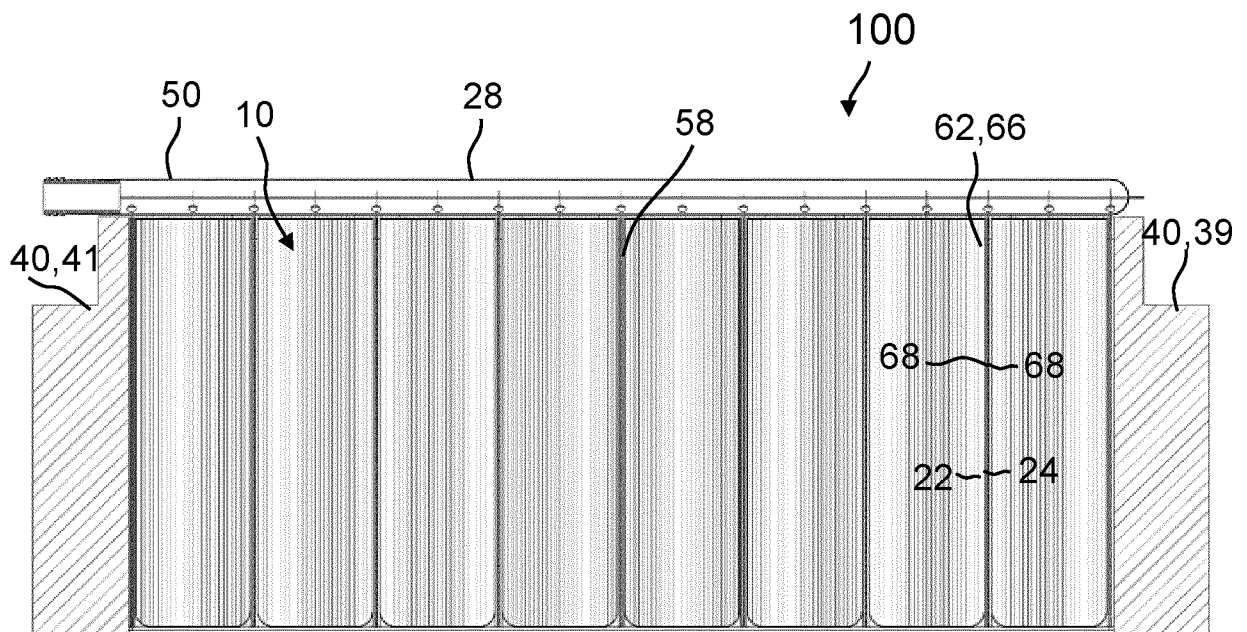


Fig. 42

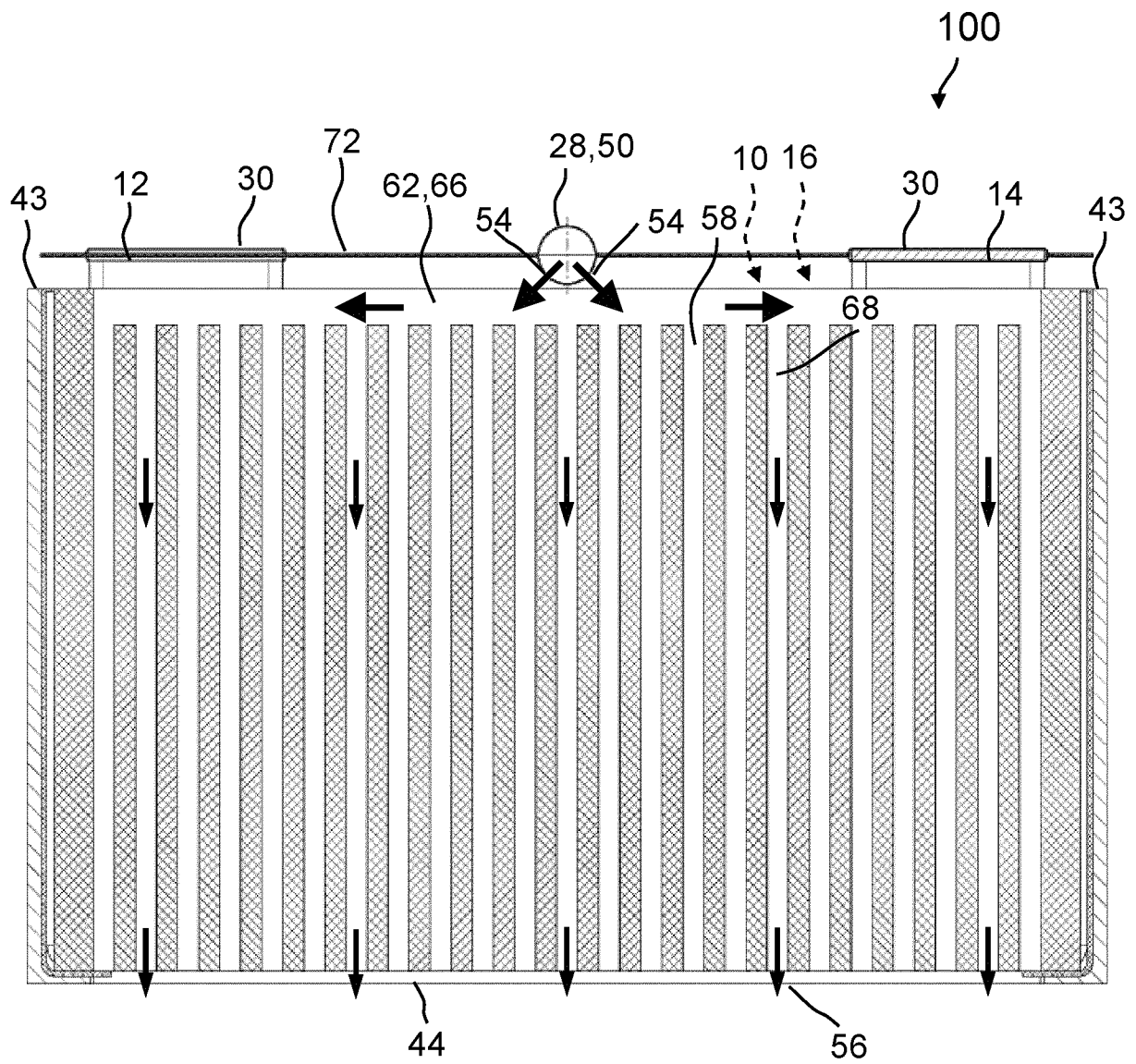


Fig. 43

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/055573**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01M 10/655(2014.01)i; **H01M 50/609**(2021.01)i; **H01M 10/613**(2014.01)i; **H01M 10/625**(2014.01)i;
H01M 10/647(2014.01)i; **H01M 10/6556**(2014.01)i; **H01M 10/6567**(2014.01)i; **H01M 50/20**(2021.01)i;
H01M 50/209(2021.01)i; **H01M 50/249**(2021.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102013218489 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 March 2015 (2015-03-19) the whole document	1-21
X	DE 102019218201 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 31 December 2020 (2020-12-31) the whole document	1-21
X	DE 102019128433 B3 (PORSCHE AG [DE]) 03 December 2020 (2020-12-03) the whole document	1-21
X	DE 102018003174 A1 (DAIMLER AG [DE]) 04 October 2018 (2018-10-04) the whole document	1-29

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 June 2022

Date of mailing of the international search report

07 July 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
 p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
 Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Schmidtbauer, H

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/055573

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102013218489	A1	19 March 2015	NONE	
DE	102019218201	A1	31 December 2020	NONE	
DE	102019128433	B3	03 December 2020	NONE	
DE	102018003174	A1	04 October 2018	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/055573

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01M10/655 H01M50/609 H01M10/613 H01M10/625 H01M10/647
H01M10/6556 H01M10/6567 H01M50/20 H01M50/209 H01M50/249

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2013 218489 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. März 2015 (2015-03-19) das ganze Dokument -----	1-21
X	DE 10 2019 218201 A1 (MAHLE INT GMBH [DE]) 31. Dezember 2020 (2020-12-31) das ganze Dokument -----	1-21
X	DE 10 2019 128433 B3 (PORSCHKE AG [DE]) 3. Dezember 2020 (2020-12-03) das ganze Dokument -----	1-21
X	DE 10 2018 003174 A1 (DAIMLER AG [DE]) 4. Oktober 2018 (2018-10-04) das ganze Dokument -----	1-29



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Juni 2022

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/07/2022

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schmidtbauer, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/055573

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013218489 A1	19-03-2015	KEINE	
DE 102019218201 A1	31-12-2020	KEINE	
DE 102019128433 B3	03-12-2020	KEINE	
DE 102018003174 A1	04-10-2018	KEINE	