

(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
02. Januar 2020 (02.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/002552 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 2/08 (2006.01) H01M 2/10 (2006.01)
F16J 15/02 (2006.01) H01M 10/625 (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/067246

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juni 2019 (27.06.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 210 646.0
28. Juni 2018 (28.06.2018) DE

(71) Anmelder: SGL CARBON SE [DE/DE]; Söhlleinstr. 8, 65201 Wiesbaden (DE).

(72) Erfinder: KOECK, Thomas; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE). RASHIDI, Arash; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE). RICH-

TER, Henning; Werner-von-Siemens-Str. 18, 86405 Meitingen (DE).

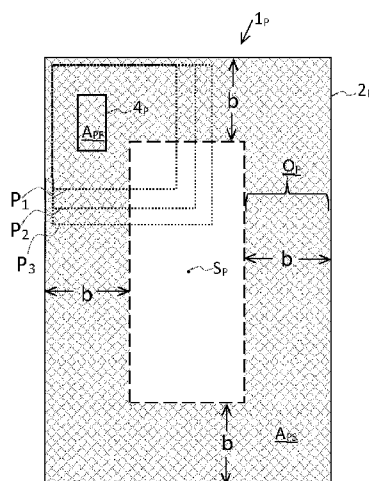
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

(54) Title: SEALING SEGMENT FOR TEMPERATURE CONTROL OF A FLUID-COOLED BATTERY

(54) Bezeichnung: DICHTUNGSSEGMENT ZUR TEMPERATURKONTROLLE EINER FLUIDGEKUEHLTEN BATTERIE

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a sealing segment (1) with two main surfaces (11, 12) and a passage opening (3), wherein an orthogonal projection of the sealing segment, which bears against a projection plane by way of a main surface, defines a segment projection outline, which surrounds a segment projection surface A_{PS} , and at least one opening projection outline, which surrounds an opening projection (total) area A_{PF} , the ratio A_{PF} to A_{PS} lies in the range of from 0.001 to 0.20, all opening projection outline points are at a distance from the segment projection outline and lie in a circumferentially constant segment projection region, the segment projection region is delimited to the outside by the segment projection outline and has a circumferentially constant width which is selected such that the segment projection region takes up 75% of the segment projection area A_{PS} , wherein the sealing segment comprises a graphite foil layer (5).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Dichtungssegment (1) mit zwei Hauptflächen (11, 12) und einer Durchtrittsöffnung (3), wobei eine Orthogonalprojektion des mit einer Hauptfläche an einer Projektionsebene anliegenden Dichtungssegments einen Segmentprojektionsumriss, der eine Segmentprojektionsfläche A_{PS} umgibt, und mindestens einen Öffnungsprojektionsumriss, der eine Öffnungsprojektions(gesamt)fläche A_{PF} umgibt, definiert, das Verhältnis A_{PF} zu A_{PS} im Bereich von 0,001 bis 0,20 liegt, sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte vom Segmentprojektionsumriss beabstandet sind und in einem umlaufenden Segmentprojektionsbereich liegen, der Segmentprojektionsbereich durch den Segmentprojektionsumriss nach außen begrenzt ist und eine umlaufend konstante Breite hat, die so gewählt ist, dass der Segmentprojektionsbereich 75 % der Segmentprojektionsfläche A_{PS} einnimmt, wobei das Dichtungssegment eine Graphitfolienlage (5) umfasst.

WO 2020/002552 A1

SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)*
- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*
- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

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)*

DICHTUNGSSEGMENT ZUR TEMPERATURKONTROLLE EINER
FLUIDGEKUEHLTEN BATTERIE

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Dichtungssegment für eine fluidgekühlte Batterie und eine
10 Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit.

Bekannt sind Batteriemodule, die ein komplexes Kühlrohrleitungssystem, welches einen
von der Batteriezelle und dem Wärmeableitsystem getrennten Kühlkreislauf bildet, auf-
weisen (US2010279152A). Diese haben den Nachteil, dass eine Vielzahl von Dichtun-
15 gen benötigt werden, die mit der Zeit undicht werden können und zum anderen ein Wär-
mewiderstand zwischen Wärmeableitsystem und Kühlmittel vorliegt. Komplexe, gewun-
dene, feine verzweigte Rohrleitungssysteme sind aufwändig zu fertigen.

Die DE 10 2011 100 172 A1 beschreibt einen Batteriesatz umfassend einen Stapel von
20 Batteriezellen und Kühlrippen. Für Flüssigkeitskühlung/-heizung weist jede Rippe Kühl-
mittelkanäle zwischen zwei verschweißten Blechen sowie Kühlmittelinlässe und Kühl-
mittelauslässe auf, die sich von den Rippen in ohrförmigen Merkmalen erstrecken. Ein
Kühlmittel soll durch den Einlass einströmen. Vom ersten ohrförmigen Merkmal, in dem
sich der Einlass befindet, strömt das Kühlmittel in langen Kühlmittelkanälen innerhalb
25 der Kühlrippe zum anderen ohrförmigen Merkmal, in dem sich der Auslass befindet und
tritt dort aus der Kühlrippe aus. Zwischen den ohrförmigen Merkmalen aufeinanderfol-
gender Rippen entsteht ein hoher Dichtungsbedarf. Um den Spalt zwischen den Rip-
pen zu füllen und eine ordnungsgemäße Kühlmittelabdichtung vorzusehen wird vorge-
schlagen, die ohrartigen Verlängerungen mit Kunststoff zu formen, der abdichtbar ist.
30 Alternativ sollen Gummidichtungen verwendet werden.

Die DE 10 2011 109 306 A1 schlägt U-förmige Elemente mit Kühlfluidkanälen vor. An einem U-förmigen Element soll eine Trägerplatte mit daran angebrachter Batteriezelle so angeordnet werden, dass ein durch den Kühlfluidkanal strömendes Fluid an der Oberfläche der Trägerplatte entlangströmt und der Trägerplatte Wärme entzieht. Kühlfluidkanäle sind hier jeweils zwischen den U-förmigen Elementen und der Trägerplatte ausgebildet. Eine Abdichtung ist also im Wesentlichen über die gesamte Länge der Kühlmittelkanäle erforderlich. Es wird vorgeschlagen, dass großflächig Klebstoff aufgetragen wird oder die U-förmigen Elemente direkt auf die Trägerplatte gegossen werden, um eine Abdichtung zu erzielen. Eine Abdichtung ist also nur mit großem Aufwand möglich und es besteht aufgrund der Länge der Dichtungen ein beträchtliches Leckagerisiko.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Dichtungssegment für eine den Antrieb eines Fahrzeugs, z.B. eines PKWs (BEV oder HEV), Flugzeugs oder Schiffs bewirkende Batterie anzugeben, die an die räumlichen Gegebenheiten, die in dem Kraftfahrzeug bestehen, möglichst flexibel anpassbar ist und bei einfacher Batterie-Bauweise eine effiziente Kühlung und eine hohe Energiedichte erreicht, ohne ein erhöhtes Risiko von Kühlmittelaustritten zu schaffen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Dichtungssegment aufweisend eine erste Hauptfläche (die z.B. als Vorderseite aufgefasst werden kann) und eine zweite Hauptfläche (die z.B. als Rückseite aufgefasst werden kann), die am Dichtungssegmentrand ineinander übergehen, und mindestens eine Durchtrittsöffnung, die das Dichtungssegment von der ersten Hauptfläche zur zweiten Hauptfläche durchdringt, wobei eine Orthogonalprojektion des mit einer Hauptfläche an einer Projektionsebene anliegenden Dichtungssegments einen Segmentprojektionsumriss, der eine Segmentprojektionsfläche A_{PS} umgibt, und mindestens einen Öffnungsprojektionsumriss, der eine Öffnungsprojektions(gesamt)fläche A_{PF} umgibt, definiert, das Verhältnis A_{PF} zu A_{PS} im Bereich von

0,001 bis 0,20 liegt, sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte vom Segmentprojektionsumriss beabstandet sind und in einem umlaufenden Segmentprojektionsbereich liegen, der Segmentprojektionsbereich durch den Segmentprojektionsumriss nach außen begrenzt ist und eine umlaufend konstante Breite hat, die so gewählt ist, dass
5 der Segmentprojektionsbereich 75 % der Segmentprojektionsfläche A_{PS} einnimmt, wobei das Dichtungssegment eine Graphitfolienlage umfasst.

Unter der Orthogonalprojektion wird die Abbildung des Dichtungssegments auf eine Projektionsebene verstanden, sodass die Verbindungslinie zwischen einem Punkt des
10 Dichtungssegments und dem Abbild dieses Punkts mit der Projektionsebene einen rechten Winkel bildet. Dies gilt für jeden Punkt des Dichtungssegments und die zum Abbild dieses Punkts führende Verbindungslinie; es handelt sich also um eine spezielle Form der Parallelprojektion. Bei der Orthogonalprojektion ist das mit einer Hauptfläche an einer Projektionsebene anliegende Dichtungssegment so ausgerichtet, dass die
15 Segmentprojektionsfläche A_{PS} so groß wie möglich ist. Je nach Form der Hauptfläche kann sie z.B. vollständig an der Projektionsebene anliegen (im Falle einer ebenen Hauptfläche), mit nur einem Teil der Hauptfläche oder mit nur einem oder mehreren Punkten der Hauptfläche (wenn die Hauptfläche nicht vollkommen eben ist).

20 Die beiden Hauptflächen gehen am Dichtungssegmentrand und am Rand der Durchtrittsöffnung ineinander über. Die Übergänge können am Dichtungssegmentrand und am Öffnungsrand Stirnflächen umfassen, wie z.B. aus Figuren 1B und 1C ersichtlich. Die Stirnflächen verlaufen typischerweise in etwa orthogonal zur ersten und zur zweiten Hauptfläche und ergeben sich z.B. indem man ein flächiges Material, aus dem das
25 Dichtungssegment besteht, durch Schneiden, Wasserstrahlschneiden, Laserschneiden oder Stanzen bearbeitet. Die Randbereiche können aber auch andere Formen haben und z.B. Stirnflächen mit abgerundeten Übergängen zu den Hauptflächen umfassen.

Die Orthogonalprojektion des mit der einen Hauptfläche an der Projektionsebene anliegenden Dichtungssegments definiert einen Segmentprojektionsumriss. Der Segmentprojektionsumriss umgibt die Segmentprojektionsfläche A_{PS} . Die Orthogonalprojektion definiert auch mindestens einen Öffnungsprojektionsumriss. Der mindestens eine Öffnungsprojektionsumriss umgibt die Öffnungsprojektions(gesamt)fläche A_{PF} . Wenn nur eine Durchtrittsöffnung und somit nur ein Öffnungsprojektionsumriss vorliegt, wird von einer Öffnungsprojektionsfläche A_{PF} gesprochen. Liegen mehrere Durchtrittsöffnungen und somit mehrere Öffnungsprojektionsumrisse vor, wird von einer Öffnungsprojektionsgesamtfläche A_{PF} gesprochen.

10

Die Segmentprojektionsfläche A_{PS} schließt die Öffnungsprojektions(gesamt)fläche A_{PF} ein, da der mindestens eine Öffnungsprojektionsumriss vollständig innerhalb des Segmentprojektionsumrisses verläuft.

15

Das Dichtungssegment umfasst eine Graphitfolienlage. Die Graphitfolienlage erstreckt sich in dem Dichtungssegment. Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit der Graphitfolie in der Ebene wird die flächige Wärmeverteilung im Dichtungssegment beschleunigt.

20

Außerdem bietet die Kompressibilität der Graphitfolie Vorteile. Sie steigert die Dichtigkeit der Batterie im Bereich zwischen Rahmen und Dichtungssegment. Eine Volumenausdehnung einer am Dichtungssegment anliegenden Batteriezelle, z.B. einer Pouchzelle, wird durch die Graphitfolie wenigstens teilweise kompensiert. Insofern ist es von Vorteil, wenn sich die Graphitfolienlage bis zum Dichtungssegmentrand erstreckt. Weiterhin ist es bevorzugt, wenn die Graphitfolienlage sich im Dichtungssegment bis an eine Stelle erstreckt, die in der Orthogonalprojektion näher am Segmentprojektionsflächenschwerpunkt liegt, als der zum Segmentprojektionsflächenschwerpunkt nächste Öffnungsprojektionsumrisspunkt. An der Stelle können dann Volumenänderungen der Batteriezelle durch die Graphitfolie zumindest teilweise ausgeglichen werden.

25

In ganz besonders bevorzugten, erfindungsgemäßen Dichtungssegmenten nimmt die Projektionsfläche der Graphitfolie in der Orthogonalprojektion mehr als 90 %, insbesondere mehr als 95 %, z.B. mehr als 98 % der Segmentprojektionsfläche A_{PS} ein.

- 5 Die Graphitfolienlage kann eine, ausgehend von Polymeren gebildete synthetische Graphitfolienlage sein. Vorzugsweise umfasst die Graphitfolienlage jedoch ein teilweise kompaktiertes Graphitexpandat.

Die Herstellung von Graphitfolienlagen, die ein teilweise kompaktiertes Graphitexpandat
10 umfassen, ist allgemein bekannt. Sie lassen sich bekanntermaßen dadurch herstellen, dass man Graphit mit bestimmten Säuren behandelt, wobei sich ein Graphitsalz bildet, mit zwischen Graphenschichten eingelagerten Säure-Anionen. Das Graphitsalz wird anschließend expandiert, indem man es hohen Temperaturen von z.B. 800 °C aussetzt. Beispielsweise wird zur Herstellung von expandiertem Graphit (Graphitexpandat) mit einer wurmförmigen Struktur üblicherweise Graphit, wie Naturgraphit, mit einem Interkalanten, wie beispielsweise Salpetersäure oder Schwefelsäure, vermischt und bei einer erhöhten Temperatur von z.B. 600 °C bis 1200 °C wärmebehandelt (siehe
15 DE10003927A1).

20 Das bei der Expansion erhaltene Graphitexpandat wird anschließend zur Graphitfolie verpresst. Ein Verfahren zur Herstellung von Graphitfolien ist z.B. in der EP 1 120 378 B1 beschrieben. Auch die DE 10 2012 202 748 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer Graphitfolie.

25 Das Verpressen kann so gesteuert werden, dass man Graphitfolien erhält, die sehr fest sind. Verpresst man das Graphitexpandat nur leicht (Beispielsweise auf ein Dichte im Bereich von 0,2 bis 0,7 g/cm³) wird beispielsweise bei einer Stärke von 0,5 mm eine relativ flexible Graphitfolienlage erhalten. Verpresst man auf höhere Dichten von z.B. 1,5 bis 1,9 g/cm³, ist die erhaltene Graphitfolienlage bei derselben Stärke im Wesentlichen
30 unflexibel und plattenartig.

Das Dichtungssegment weist bevorzugt an mindestens einer Hauptfläche eine elektrisch isolierende Beschichtung auf. Die Beschichtung kann z.B. aus einem Kunststoff gebildet sein, vorzugsweise aus Polyethylenterephthalat (PET) oder PTFE, z.B. expandiertes PTFE (ePTFE). Dies hat den Vorteil, dass auch bei einer Beschädigung einer Batteriezelle, eine unerwünschte elektrische Aufladung des Dichtungssegments vermieden wird.

Die elektrisch isolierende Beschichtung kann beide Hauptflächen im Wesentlichen vollständig, z.B. zu mehr als 90 % bedecken. Der Rand der Durchtrittsöffnung kann vollständig von der elektrisch isolierenden Beschichtung bedeckt sein. Dies hat den Vorteil, dass ein zur Kühlung verwendetes Fluid, das durch die Durchtrittsöffnung strömt, im Bereich der Öffnung nicht in das Dichtungssegment eindringen kann. Das Dichtungssegment bleibt dann länger erhalten und muss noch seltener ausgetauscht werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform besteht das Dichtungssegment aus dem Graphitexpandat enthaltenden Flachmaterial, das in WO 2011/101391 A1 angegeben ist. Hierdurch kann eine gute Wärmeleitfähigkeit in Flächenrichtung bei gleichzeitiger Anpassungsfähigkeit an Volumenänderungen der Batteriezellen in beiden Richtungen – Volumenausdehnung und Volumenverringerng – erreicht werden. Zudem lässt sich das graphithaltige Flachmaterial des Dichtungssegments besonders gut an unterschiedlichste Formen von Batteriezellen anpassen.

In einer Ausführungsform der Erfindung weist das Dichtungssegment eine Dichte von 0,6–1,9 g/cm³, bevorzugt von 0,7–1,4 g/cm³ und besonders bevorzugt von 0,9–1,1 g/cm³ wie etwa vorteilhafte 1,0 g/cm³ auf. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Dichtungssegment eine Wärmeleitfähigkeit in Flächenrichtung von 120–500 W/(m K), bevorzugt von 130–480 W/(m K) und besonders bevorzugt von 250–450 W/(m K) auf. Die Wärmeleitfähigkeit wird mittels der Ångström-Methode („Ångström's

Method of Measuring Thermal Conductivity"; Amy L. Lytle; Physics Department, The College of Wooster, Theses) bestimmt.

In einer Ausführungsform der Erfindung weist das Dichtungssegment in der gesamten
5 Fläche in Dickenrichtung eine Rückfederung von 2 bis 6%, bevorzugt von 2,5 bis 5,5%
und besonders bevorzugt von 3 bis 5%, bezogen auf seine Ausgangsdicke auf. Die
Rückfederung wird bestimmt gemäß Abschnitten 9.1, 9.2 und 9.2.1 der
DIN 28090-2:1995-09. Es wurde nun gefunden, dass dies in den Bereichen, in denen
das Dichtungssegment an den Rahmen anliegt, einem ungewünschten Austritt von
10 Kühlfluid wirksam entgegenwirkt. Auch können für die Rahmen dann Materialien mit ho-
hen Wärmeausdehnungskoeffizienten verwendet werden, wie z.B. Kunststoffrahmen
auf Polymerbasis. Die Rückfederung der Dichtungssegmente gleicht die mit örtlichen
Temperaturschwankungen einhergehenden Verwindungen der Rahmen aus, und ge-
währleistet so eine hohe Dichtigkeit z.B. auch während eines Starts des Fahrzeugs bei
15 besonders niedrigen Außentemperaturen.

Dies ermöglicht eine gezielte lokale Verdichtung in den an den Rahmen anliegenden
Rändern der Dichtungssegmente, wenn man die Dichtungssegmente zwischen den
Rahmen einspannt. Ein unerwünschter Austritt von Kühlfluid wird dadurch weiter er-
schwert. Die Rahmen können dann mit höheren Fertigungstoleranzen hergestellt wer-
20 den, wobei Unebenheiten durch kompressible Dichtungssegmente besonders gut aus-
geglichen werden. Beim Spritzguss von Kunststoffrahmen werden relativ hohe Ferti-
gungstoleranzen zu Gunsten einer höheren Fertigungseffizienz gezielt in Kauf genom-
men. Erfindungsgemäß verwendbare Dichtungssegmente ermöglichen also eine beson-
ders effiziente Batteriefertigung und werden vorzugsweise in Verbindung mit Kunst-
25 stoffspritzgussrahmen verwendet.

Bevorzugt kann das Dichtungssegment aus verdichtetem Graphitexpandat bestehen. In
einer alternativen Ausführungsform kann das Dichtungssegment aus einem vor der Ver-
dichtung gebildeten Gemisch aus weitgehend gleichmäßig vermishtem Graphitexpan-
30 dat und Kunststoffpartikeln bestehen. In einer weiteren alternativen Ausführungsform

kann das Dichtungssegment mit nach der Verdichtung aufgebrachtem Kunststoff oberflächlich oder bis in den Kernbereich des Dichtungssegments imprägniert sein. Durch diese Ausführungsformen lassen sich vorteilhaft besonders formstabile und leicht handhabbare Dichtungssegmente ausformen. Vorteilhaft können als Kunststoffe Thermoplaste, Duroplaste oder Elastomere verwendet werden, insbesondere Fluorpolymer, PE, 5 PVC, PP, PVDF, PEEK, Benzoaxine und/oder Epoxidharze.

Um einen besonders guten Wärmeübergang von einer Batteriezelle auf das Dichtungssegment zu ermöglichen, kann das Dichtungssegment an eine Außenkontur der Batterie zelle angepasst sein. Beispielsweise kann das Dichtungssegment eine Vertiefung zur formschlüssigen Aufnahme eines Teils einer Außenfläche einer Batterie aufweisen, wobei die Vertiefung spezifisch für die teilweise Aufnahme bestimmter zylindrischer oder prismatischer Batterien ausgebildet sein kann, um eine möglichst großflächige Anschmiegung einer Batterie an eine Hauptfläche des Dichtungssegments zu ermöglichen. 15

Bei einem bevorzugten Dichtungssegment sind eine oder beide Hauptflächen im Wesentlichen eben. Dies hat den Vorteil, dass im Wesentlichen Ebene Oberflächen von Pouchzellen an der Wärmeaustauschfläche anliegen können, wodurch eine effiziente 20 Wärmeübertragung gewährleistet wird.

Um die erst im Betrieb der Batteriezellen, z.B. Pouchzellen auftretende Volumenausdehnung nicht zu behindern, können die Dichtungssegmente und die Batteriezellen im betriebslosen und entladenen Zustand des Energiespeichers vorteilhaft so miteinander 25 verspannt werden, dass die Dichtungssegmente in Dickenrichtung nur schwach, bevorzugt um höchstens 1% bezogen auf deren Ausgangsdicke, komprimiert sind.

Die Zahl der Durchtrittsöffnungen ist nicht beschränkt. Sie kann 1, 2, 3, 4, 5, oder 6 betragen, vorzugsweise 1, 2, 3, 4 oder 5, weiterhin bevorzugt 1, 2, 3 oder 4, besonders

bevorzugt 1, 2 oder 3, beispielsweise 1 oder 2. In einem ganz besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Dichtungssegment beträgt die Zahl der Durchtrittsöffnungen 1.

5 Sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte sind vom Segmentprojektionsumriss beabstandet.

Weist das Dichtungssegment mehr als eine Durchtrittsöffnung auf, so liegen die Durchtrittsöffnungen vorzugsweise entweder nahe beieinander gruppiert oder weit voneinander entfernt.

10

Eine Gruppierung von Durchtrittsöffnungen nahe beieinander hat den Vorteil, dass Turbulenzen des Kühlfluids beim Durchtritt auch bei niedrigeren Strömungsgeschwindigkeiten begünstigt werden. Dies gilt jedenfalls im Vergleich zu einer einzigen Durchtrittsöffnung deren Öffnungsprojektionsfläche den aufsummierten

15 Öffnungsprojektionsflächen der gruppierten Durchtrittsflächen entspricht.

Wenn mehrere Durchtrittsöffnungen (oder Gruppen von Durchtrittsöffnungen) vorliegen, sollten sie andererseits möglichst weit voneinander entfernt sein. Denn dadurch bietet sich überhaupt erst die Möglichkeit, eine Durchtrittsöffnung des im Batteriezellstapels

20 folgenden Dichtungssegments mittig so je zwischen zwei Durchtrittsöffnungen anzuordnen, dass das Kühlfluid über längere Strecken zwischen Dichtungssegmenten an deren Oberflächen entlangfließt. Denn eine besonders effektive Kühlung ermöglicht die vorliegende Erfindung unter anderem dadurch, dass ein Kühlfluid gezielt entlang der Dichtungssegmentoberfläche geführt wird.

25

Präzisieren lassen sich die in den vorherigen drei Abschnitten angegebenen bevorzugten Abstände von Durchtrittsöffnungen wie folgt:

Kein Öffnungsprojektionsumrisspunkt eines Öffnungsprojektionsumrisses liegt näher an

30 einem Öffnungsprojektionsumrisspunkt eines anderen Öffnungsprojektionsumrisses, als

5 %, insbesondere 8 %, besonders bevorzugt 10 %, z.B. 15% der Länge des Segmentprojektionsumrisses. Dies gilt nur in Bezug auf die Öffnungsprojektionsumrisse gruppierter Durchtrittsöffnungen untereinander nicht. Als gruppiert gelten Durchtrittsöffnungen, wenn sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte einer

5 Durchtrittsöffnung einen Abstand von weniger als 4 % der Länge des Segmentprojektionsumrisses zu einem Öffnungsprojektionsumrisspunkt eines Öffnungsprojektionsumrisses mindestens einer anderen Durchtrittsöffnung einnehmen. Mit den Öffnungsprojektionsumrisspunkten sind die Punkte gemeint, die den Öffnungsprojektionsumriss bilden oder, falls mehrere Durchtrittsöffnungen vorhanden sind, die

10 Öffnungsprojektionsumrisse bilden.

Sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte liegen innerhalb eines umlaufenden Segmentprojektionsbereichs.

15 Der umlaufende Segmentprojektionsbereich ist durch den Segmentprojektionsumriss nach außen begrenzt. Der umlaufende Segmentprojektionsbereich hat eine umlaufend konstante Breite. Die Breite ist so gewählt, dass der umlaufende Segmentprojektionsbereich 75 %, vorzugsweise 65 %, weiterhin bevorzugt 55 %, besonders bevorzugt 45 %, ganz besonders bevorzugt 35 %, z.B. 30 % der Segmentprojektionsfläche A_{PS} ein-

20 nimmt. Umlaufene Segmentprojektionsbereiche konstanter Breite lassen sich für jeden Segmentprojektionsumriss angeben, wie in Figuren 4A bis 4D beispielhaft veranschaulicht.

Erfindungsgemäß befinden sich die Durchtrittsöffnung(en) also in einem äußeren Bereich des Dichtungssegments, der mit Hilfe der Orthogonalprojektion und des umlaufenden Segmentprojektionsbereichs abgegrenzt ist. Dadurch steht ein vom äußeren Bereich umgebener innerer Bereich des Dichtungssegments zur Verfügung für einen flächigen thermischen Kontakt zwischen Batteriezelle(n) und Hauptfläche(n).

25

Eine mit erfindungsgemäßen Dichtungssegmenten aufgebaute Batterie ist an die räumlichen Gegebenheiten, die in einem Kraftfahrzeug bestehen, flexibel anpassbar. Das Dichtungssegment ermöglicht einen stapelförmigen Aufbau einer Batterie, wie z.B. in Figur 7 gezeigt. Die Form der Dichtungssegmente und die Länge einzelner Stapel sind dabei im Wesentlichen frei wählbar, so dass die Hohlräume, die in einem bestimmten Kraftfahrzeugtyp für eine Traktionsbatterie zur Verfügung stehen, möglichst vollständig ausgenutzt werden können.

Beispielsweise hat eine Erhebung zwischen den Sitzen eines PKW, z.B. ein Kardantunnel, eine vorgegebene Form und lässt sich nicht beliebig in den Fahrgastraum hinein erweitern. Um den dort vorhandenen Bauraum möglichst vollständig zu nutzen, könnte etwa eine Batterie basierend auf trapezförmigen Dichtungssegmenten aufgebaut werden. Ebenso denkbar sind Dichtungssegmente mit im wesentlichen rechteckiger, dreieckiger, ovaler oder runder Segmentprojektionsfläche.

Sollen an anderer Stelle mehrere Batterien direkt nebeneinander oder übereinander angeordnet werden, sind Hohlräume zwischen den Batterien in der Regel nicht erwünscht, da diese Hohlräume sich anderweitig schwer nutzen lassen. In diesem Fall empfiehlt sich ein Dichtungssegment mit im Wesentlichen rechteckiger Segmentprojektionsfläche, da sich daraus aufgebaute Stapel fast ohne unerwünschte Hohlräume nebeneinander anordnen lassen.

Mit dem erfindungsgemäßen Dichtungssegment wird bei einfacher Bauweise eine effiziente Kühlung und eine hohe Energiedichte erreicht. Mit verschiedenen Elementen einer Batterie, die mit erfindungsgemäßen Dichtungssegmenten aufbaubar ist, bewirken die Dichtungssegmente synergistische Vorteile, wie in den nachfolgenden Absätzen beschrieben.

Die Dichtungssegmente bewirken eine Abdichtung, indem sie direkt an Rahmen angeschlossen werden können; sie lassen sich zwischen den Rahmen einspannen (Dichtungsfunktion). Zudem positionieren die Dichtungssegmente die Batteriezellen in der gewünschten Position im Zellstapel (Positionierungsfunktion). Sie ermöglichen einen definierten, punktuellen Durchtritt von Kühlfluid durch die Durchtrittsöffnungen und begrenzen die zwischen Durchtrittsöffnungen verlaufenden Abschnitte der Kanäle in Stapelrichtung (Fluidleitfunktion). Gleichzeitig wird überschüssige Wärme von Batteriezellen direkt auf die Dichtungssegmente übertragen. Die Wärme verteilt sich im Dichtungssegment auch in weiter außen gelegene Bereiche hinein, an denen eine oder mehrere Hauptflächen des Dichtungssegments in Kontakt mit einem Kühlfluid stehen, auf das die Wärme übertragen wird (Wärmeleitfunktion).

Wenn die Dichtungssegmente fest zwischen den Rahmen eingespannt sind, verhält sich die Batterie wie ein einziger fester Körper, der über Rahmen im Kraftfahrzeug verankert werden kann (Positionierungsfunktion). Die Rahmen bilden eine Wand des Kühlkanals, so dass ein Kühlfluid im Kühlkanal an einer Oberfläche der Rahmen entlangströmen kann (Fluidleitfunktion).

Die Batteriezellen dienen bei der vorliegenden Erfindung nicht nur zur Bereitstellung von elektrischer Energie, sondern begrenzen zugleich den Kühlkanal. Sie tragen dazu bei, dass das Fluid an der Batteriezelle entlanggeführt wird (Fluidleitfunktion). Dies bewirkt gleichzeitig eine effiziente Kühlung, da das Kühlfluid an der Zelloberfläche entlangströmt.

Durch die Dichtungssegmente werden Bauteile entbehrlich, die gemäß Stand der Technik benötigt würden. Ein sich über die gesamte Länge des stapelförmigen Aufbaus der Batterie erstreckender Kühlkanal, der die einzelnen Batteriezellen umgibt, wird bei Verwendung der erfindungsgemäßen Dichtungssegmente wie beiläufig durch Rahmen, Dichtungssegmente und Batteriezellen definiert (siehe insbesondere Figuren 3, 4 und

5), ohne dass hierfür eigene Bauteile erforderlich wären. Dies sorgt für eine besonders einfache Bauweise.

Dadurch wird gleichzeitig eine besonders effiziente Kühlung der Batteriezellen erreicht. Überschüssige Wärme wird von Batteriezellen über die Dichtungssegmente auf das Kühlfluid übertragen, wie oben beschrieben (erster Wärmepfad). Zusätzlich wird überschüssige Wärme von den Batteriezellen direkt auf das Kühlfluid übertragen, da der durch die Dichtungssegmente und deren Durchtrittsöffnungen definierte Kühlkanal an den Batteriezellen entlangführt (zweiter Wärmepfad). Da Wärme aus den Batteriezellen gleichzeitig über mehrere Wärmepfade entweicht, ist eine ausreichende Kühlung auch mit relativ geringen Kühlfluidvolumenströmen oder mit weniger kalten Kühlfluiden möglich. Insofern dient das Dichtungssegment erfindungsgemäß zur Temperaturkontrolle. Es ist also nur ein relativ geringer Kühlaufwand erforderlich. Auch steht das Kühlfluid beim Übergang von einer zur nächsten Batteriezelle ununterbrochen zur Wärmeaufnahme zur Verfügung. Die erfindungsgemäßen Dichtungssegmente lassen sich so anordnen und die Durchtrittsöffnungen sich dadurch so positionieren, dass eine kontinuierliche Umströmung der Batteriezellen möglich wird. Dadurch werden Totvolumina, in denen das Kühlfluid für die Aufnahme von Wärme aus Batteriezellen nicht zur Verfügung steht, auf ein Minimum beschränkt. Das erfindungsgemäße Dichtungssegment ermöglicht dadurch letztlich eine besonders wirtschaftliche Nutzung der Wärmeaufnahmekapazität des Kühlfluids, was den Einsatz besonders kleiner Kühlmittelvolumina ermöglicht.

Bezogen auf die gesamte Batterie einschließlich Kühlmittel ergeben sich somit besonders hohe Energiedichten.

Das Verhältnis A_{PF} zu A_{PS} liegt im Bereich im Bereich von 0,001 bis 0,20, bevorzugt von 0,003 bis 0,175, weiterhin bevorzugt von 0,004 bis 0,15, besonders bevorzugt von 0,004 bis 0,125. Bei einem noch kleineren Verhältnis dieser Flächen wird der Strö-

5 mungswiderstand eines Kühlfluids auch bei kurzen Stapeln mit nur wenigen Dichtungssegmenten zu groß. Eine Einrichtung zur Förderung des Fluids, wie z.B. eine Pumpe, würde dann zu viel Energie verbrauchen, um hinreichende Mengen an Kühlfluid durch den Stapel zu befördern. Bei einem noch größeren Verhältnis dieser Flächen wird die Wärmeabfuhr aus den Batteriezellen zu stark beeinträchtigt, da durch die Durchtrittsöffnung(en) dann ein zu großer Anteil der für den Wärmeaustausch (Wärmeleitung in der Graphitfolienlage) zur Verfügung stehenden Flächen aufgebraucht wird.

10 Die Form des Dichtungssegments ist nicht beschränkt. Grundsätzlich sind alle Formen denkbar. Um eine Traktionsbatterie passgenau für einen bestimmten Hohlraum eines Kraftfahrzeugs zu bilden, können spezielle Formen erforderlich sein. Im Allgemeinen sind jedoch Formen mit kurzen Dichtungssegmenträndern bevorzugt, da dies die Wahrscheinlichkeit von Kühlfluidaustritten und Aufquellen der Dichtungssegmente durch Kühlfluidaufnahme über die Stirnflächen weiter verringert. Beispielsweise überschreitet 15 die Länge des Segmentprojektionsumrisses den Umfang eines Quadrates, dessen Fläche der Segmentprojektionsfläche A_{PS} entspricht, höchstens um 65 %, bevorzugt höchstens um 30 %, besonders bevorzugt höchstens um 10 %.

20 Vorzugsweise umfasst der Segmentprojektionsumriss keinen konkaven Abschnitt. Ein konkaver Abschnitt liegt vor, wenn eine Gerade so in den Segmentprojektionsumriss gelegt werden kann, dass Sie den Segmentprojektionsumriss in mehr als zwei Punkten schneidet und die zwischen der Geraden und dem Segmentprojektionsumriss eingeschlossenen Teilflächen der Segmentprojektionsfläche mindestens 3 % von A_{PS} betragen.

25 Es ist weniger bevorzugt, wenn eine Durchtrittsöffnung in einem peripheren Bereich eines erfindungsgemäßen Dichtungssegments liegt. Orthogonalprojektionen weniger bevorzugter Dichtungssegmente, in denen die Durchtrittsöffnung sich in aus regelmäßigen Grundfläche herausragen peripheren Lasche befinden, sind in Fig. 3A und 3B veranschaulicht. Bevorzugte erfindungsgemäße Dichtungssegmente lassen sich von diesen 30

Dichtungssegmenten mit Hilfe eines Polygons abgrenzen, auf das zur Definition der bevorzugten Lage der Durchtrittsöffnung zurückgegriffen wird. Es ist erfindungsgemäß bevorzugt, wenn der Öffnungsprojektionsumriss im Segmentprojektionsumriss so liegt, dass sich ein gleichseitiges und gleichwinkliges Polygon, z.B. ein Quadrat, dessen
5 Fläche ein Achtel, im Allgemeinen ein Sechstel, vorzugsweise ein Fünftel, weiterhin bevorzugt ein Viertel und besonders bevorzugt ein Drittel von A_{PS} beträgt, innerhalb des Segmentprojektionsumrisses so ausrichten lässt, dass der Öffnungsprojektionsumriss vollständig innerhalb des Polygons liegt.

10 Erfindungsgemäß weniger bevorzugte Lagen der Durchtrittsöffnung im Dichtungssegment lassen sich nicht nur mit Hilfe des Polygons bzw. Quadrats angeben, sondern stattdessen oder ergänzend zum Polygon auch mit Hilfe einer Schar von Geraden, die den Öffnungsprojektionsumriss in einem oder mehreren Punkten schneiden. Vorzugsweise liegt der Öffnungsprojektionsumriss im Segmentprojektionsumriss so, dass keine
15 der Geraden, die den Öffnungsprojektionsumriss in einem Punkt oder mehreren Punkten schneiden, den ersten Segmentprojektionsumriss in mehr als zwei Punkten schneidet.

Wenn die Durchtrittsöffnung nicht in einem peripheren Bereich des Dichtungssegments
20 liegt, verringert sich der Strömungswiderstand, da das Kühlfluid nicht in periphere Bereiche geführt werden muss, um über die Durchtrittsöffnung durch das Dichtungssegment hindurchzuströmen.

Erfindungsgemäß unterschreitet der Abstand vom Öffnungsprojektionsumriss zum Segmentprojektionsumriss nirgends 50 %, vorzugsweise 75 %, besonders bevorzugt 100 %
25 der Dichtungssegmentdicke. Dies hat den Vorteil, dass der zwischen Durchtrittsöffnung und Segmentrand verlaufende Bereich des Dichtungssegments durchgehend ausreichend breit ist und sich sicher zwischen Rahmen einspannen lässt, ohne umzuknicken oder beim Verspannen anderweitige Ausweichbewegungen zu vollziehen.
30 Dadurch wird das Risiko unerwünschter Kühlmittelaustritte verringert. Den Abstand vom

Öffnungsprojektionsumriss zum Segmentprojektionsumriss misst man in der Orthogonalprojektion ab. Die Dichtungssegmentdicke wird gemäß DIN EN ISO 5084 vom Oktober 1996 bestimmt. Die Dichtungssegmentdicke wird in Orthogonalprojektionsrichtung gemessen. Es wird ein Druckstempel mit runder Prüffläche verwendet, dessen Durchmesser dem kürzesten Abstand vom Öffnungsprojektionsumriss zum Segmentprojek-
5 tionsumriss entspricht, wobei dieser bei jeder Dickenmessung so aufgesetzt wird, dass die Linie, entlang der der jeweilige Abstand vom Öffnungsprojektionsumriss zum Segmentprojektionsumriss gemessen wird, die Prüffläche in zwei gleich große Hälften teilt. Die Dichtungssegmentdicke wird bei einem Druck von 0,1 kPa bestimmt, wobei diese
10 Druckangabe sich auf die runde Prüffläche des Druckstempels bezieht.

Vorzugsweise verlaufen mindestens ein erster und ein dritter Abschnitt des Dichtungssegmentrandes parallel zueinander. Dies hat den Vorteil, dass sich das Dichtungssegment dann besonders leicht zwischen zwei parallel verlaufende Rahmen führen
15 lässt, wodurch der Austausch von einzelnen Bestandteilen einer Batterie, wie Dichtungssegmenten und daran gegebenenfalls angebrachten Batteriezellen, besonders einfach möglich ist.

Es ist weiterhin bevorzugt, wenn mindestens ein Bereich des Dichtungssegmentrandes,
20 der den ersten und den dritten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes verbindet, einen zweiten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes umfasst, der orthogonal zum ersten und dritten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes verläuft.

Ein weiterer Bereich des Dichtungssegmentrandes, der den ersten und den dritten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes verbindet, umfasst einen vierten Abschnitt des
25 Dichtungssegmentrandes, der parallel zum zweiten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes verläuft.

Vorzugsweise weist der Dichtungssegmentrand mindestens vier gerade Abschnitte auf
30 und vier mit diesen Abschnitten zusammenfallende Geraden definieren ein Viereck.

Vorzugsweise steht die Segmentfläche über dieses Viereck nicht hinaus. Beispielsweise definieren mit dem ersten, mit dem zweiten, mit dem dritten und mit dem vierten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes zusammenfallende Gerade ein Rechteck und die Segmentfläche steht über dieses Rechteck nicht hinaus. Dies stellt sicher, dass der Segmentrand im Verhältnis zur Segmentfläche kurz ist, wodurch, bei gegebener Kühlleistung, das Risiko eines unerwünschten Austritts von Kühlfluid verhältnismäßig gering ist und ein risikoarmer Betrieb des Kraftfahrzeugs sichergestellt wird.

Das Dichtungssegment kann die folgenden Bedingungen erfüllen:

10

$$d_1 = x \cdot d_3, \text{ und}$$

$$d_2 = y \cdot d_4.$$

Dabei steht d_1 für die Distanz vom Öffnungsrand zum ersten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes, d_2 für die Distanz vom Öffnungsrand zum zweiten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes, d_3 für die Distanz vom Öffnungsrand zum dritten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes, d_4 für die Distanz vom Öffnungsrand zum vierten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes, x für eine Zahl im Bereich von 0,25 bis 4 und y für eine Zahl im Bereich von 3 bis 50. Dies gewährleistet, dass die Durchtrittsöffnung nahe am zweiten Abschnitt und weit entfernt vom vierten Abschnitt liegt.

20

Vorzugsweise ist die Distanz vom ersten zum dritten Abschnitt größer, als die Distanz vom zweiten zum vierten Abschnitt.

Die Erfindung betrifft auch eine Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit umfassend eine Batteriezelle, wobei die Batteriezelle in thermischem Kontakt mit einer Hauptfläche eines erfindungsgemäßen Dichtungssegments steht. Der thermische Kontakt kann dadurch gebildet sein, dass die Batteriezelle mit einer der Hauptflächen des Dichtungssegments oder mit einer an dieser Hauptfläche angeordneten elektrisch isolierenden

25

Beschichtung in physischem Kontakt steht, wobei die Batteriezelle die Durchtrittsöffnung nicht überlappt. Die Batteriezelle überlappt die Durchtrittsöffnung nicht, wenn in der Orthogonalprojektion kein Öffnungsprojektionsumrisspunkt im Projektionsumriss der Batteriezelle liegt.

5

Die Batteriezelle ist vorzugsweise unter prismatischen Zellen, Pouchzellen und zylindrischen Zellen ausgewählt. Besonders bevorzugte Dichtungssegment-Batteriezell-Einheiten sind Dichtungssegment-Pouchzell-Einheiten. Die besonders bevorzugte Batteriezelle ist also eine Pouchzelle.

10

Die Batteriezelle, z.B. Pouchzelle, ist hinsichtlich der Zellchemie nicht beschränkt. Vorzugsweise ist an der Bereitstellung elektrischen Stroms eine reversible Oxidation von Lithium zu Li^+ -Kationen beteiligt.

15

Vorzugsweise hat die Pouchzelle eine Vorder- und eine Rückseite, die im Wesentlichen eben sind und parallel zueinander verlaufen. Die Vorder- und die Rückseite nehmen mindestens 50 %, z.B. mindestens 60 %, bevorzugt mindestens 70 % der gesamten Oberfläche eines Beutels ein, der die Pouchzelle nach außen abschließt.

20

Vorzugsweise liegt ein Rahmen so an der Hauptfläche (oder an der elektrisch isolierenden Beschichtung) an, mit der die Batteriezelle in thermischem Kontakt steht, dass ein durch Batteriezelle, Dichtungssegment und Rahmen begrenzter Kanal ausgebildet ist, in den ein Fluid durch die Durchtrittsöffnung einströmen kann.

25

Vorzugsweise ist der Kanal umlaufend, d.h., dass der Projektionsumriss der Batterie in der Orthogonalprojektion einen definierten Abstand zum Projektionsumriss des Rahmens einhält. Vorzugsweise hält jeder Punkt des Projektionsumrisses der Batterie zum Projektionsumriss des Rahmens einen Abstand ein, der höchstens 20 % der Länge des Segmentprojektionsumrisses, z.B. höchstens 10 % der Länge des Segmentprojektions-

30

umrisses beträgt. Außerdem hält vorzugsweise jeder Punkt des Projektionsumrisses

der Batterie zum Projektionsumriss des Rahmens einen Abstand ein, der mindestens 0,1 % der Länge des Segmentprojektionsumrisses, z.B. mindestens 0,5 % der Länge des Segmentprojektionsumrisses beträgt. Dies gewährleistet, dass ein Kühlfluid auch besonders schmale Bereiche des Kühlkanals ungehindert durchströmen kann und
5 gleichzeitig der Kühlfluidstrom in besonders breiten Kanalbereichen nicht zum Erliegen kommt. Dies steigert den Wärmeabtransport und dadurch letztlich die Energiedichte der Batterie und/oder die Lebensdauer der Batteriezellen.

Eine besonders bevorzugte Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit umfasst ein zweites
10 erfindungsgemäßes Dichtungssegment, wobei eine Hauptfläche des zweiten Dichtungssegments so am Rahmen anliegt, dass das Fluid, das durch die Durchtrittsöffnung des einen Dichtungssegments in den Kanal einströmen kann, durch die Durchtrittsöffnung des zweiten Dichtungssegments aus dem Kanal entweichen kann.

15 Das erste und das zweite Dichtungssegment liegen im Allgemeinen so fest an der Pouchzelle an, dass die Pouchzelle zwischen den Dichtungssegmenten nicht verrutscht.

Vorzugsweise fällt in der Orthogonalprojektion der Segmentprojektionsumriss des zwei-
20 ten Dichtungssegments mit dem Segmentprojektionsumriss des ersten Dichtungssegments zusammen. Das bedeutet, dass mindestens 95 %, vorzugsweise mindestens 98 % der Segmentprojektionsfläche des zweiten Dichtungssegments in die Segmentprojektionsfläche A_{PS} fällt und dass mindestens 95 %, vorzugsweise mindestens 98 % der Segmentprojektionsfläche A_{PS} in die Segmentprojektionsfläche des zweiten Dichtungssegments fällt.
25

In der Orthogonalprojektion hält jede Öffnungsprojektionfläche des ersten Dichtungssegments zu jeder Öffnungsprojektionfläche des zweiten Dichtungssegments im Allge-

meinen einen Abstand ein. Dieser Abstand beträgt vorzugsweise mindestens ein Fünftel, besonders bevorzugt mindestens ein Zwanzigstel, z.B. mindestens ein Zehntel der Länge des Segmentprojektionsumrisses des ersten Dichtungssegments.

- 5 Vorzugsweise ist sind die Durchtrittsöffnung des ersten Dichtungssegments und die Durchtrittsöffnung des zweiten Dichtungssegments über zwei gleich lange Abschnitte des Kanals verbunden. Die Länge der Abschnitte des Kanals wird in der Orthogonalprojektion bestimmt, wozu eine Hilfsgerade durch die beiden Flächenschwerpunkte der Öffnungsprojektionsflächen gelegt wird. Die Projektion des einen Abschnitts des Kanals
- 10 verläuft dann auf der einen Seite der Hilfsgeraden und die Projektion des anderen Abschnitts des Kanals verläuft auf der anderen Seite der Hilfsgeraden. Die Länge eines Abschnitts des Kanals ist die kürzeste Verbindung vom Öffnungsprojektionsumriss des einen Dichtungssegments zum Öffnungsprojektionsumriss des anderen Dichtungs-
- 15 lange Abschnitte sind gegeben, wenn der längere Abschnitt höchstens 50 %, vorzugsweise höchstens 15 % länger ist, als der kürzere Abschnitt. Dies begünstigt, dass in sämtlichen Teilen der äußeren Bereiche der Dichtungssegmente nahezu gleich viel Wärme auf das Kühlfluid übertragen wird und somit eine gleichmäßige Wärmeabfuhr aus allen Teilen der Zelle. Sogenannte Hot Spots, die Batteriezellen schädigen, sind
- 20 dann weniger ausgeprägt. Letztlich verlängert dies die Lebensdauer der Batteriezellen und einer damit aufgebauten Traktionsbatterie.

Das Dichtungssegment kann zur sicheren wärmeleitenden Verbindung des Dichtungssegments an den Batteriezellen so ausgebildet sein, dass es bei einer Volumenaus-

25 dehnung der daran anlegbaren Batteriezelle nachgibt und sich bei einer Volumenverringern der Batteriezellen ausdehnt. Um die erst im Betrieb der Batteriezellen auftretende Volumenausdehnung nicht zu behindern, können die Dichtungssegmente und die Batteriezellen im betriebslosen Zustand des Energiespeichers vorteilhaft so miteinander verspannt werden, dass das Dichtungssegment des oder der Dichtungssegmente in

Dickenrichtung nur schwach, bevorzugt um höchstens 1% bezogen auf dessen Ausgangsdicke, komprimiert ist.

Die erfindungsgemäßen Dichtungssegmente eignen sich zur Temperaturkontrolle in ganz unterschiedlichen Batterien. Besonders gut eignen sie sich zur Temperaturkontrolle in Batterien mit hoher Leistung, wie z.B. in Traktionsbatterien in BEV oder HEV. BEV bezeichnet ein Kraftfahrzeug zur Beförderung von Personen und/oder Gütern, das von einem Elektromotor angetrieben wird und die zu seiner Fortbewegung nötige elektrische Energie aus der Traktionsbatterie bezieht. HEV bezeichnet ein Kraftfahrzeug zur Beförderung von Personen und/oder Gütern, das von einem Elektromotor und einem weiteren Energiewandler angetrieben wird und die zu seiner Fortbewegung nötige elektrische Energie teilweise aus der Traktionsbatterie bezieht.

Es ist möglich, eine Batteriezelle zwischen erfindungsgemäßen Dichtungssegmenten so einzuklemmen und sie gleichzeitig mit Hilfe der Stromleitelemente auszurichten, dass keine weiteren Aufhängungselemente erforderlich sind. Dies ist von Vorteil, da sich eine Batterie so auf besonders einfache Weise, d.h. mit wenigen und einfachen Bauteilen zusammenbauen lässt.

Alternativ kann an der ersten und/oder zweiten Hauptfläche oder an der elektrisch isolierenden Beschichtung, die an der Hauptfläche oder den Hauptflächen angebracht ist ein Aufhängungselement angeordnet sein, wobei das Aufhängungselement beispielsweise aus der Hauptfläche hervortritt. Das Aufhängungselement kann z.B. Schaumstoff, Graphit und/oder ein festes Metall, wie z.B. Stahl oder Aluminium, umfassen. Ein Ver- rutschen von einer an einer Hauptfläche oder einer elektrisch isolierenden Beschichtung angeordneten Batteriezelle wird durch das Aufhängungselement zusätzlich erschwert.

Bei dem Aufhängungselement kann es sich auch um einen Bügel handeln, an dem die Batteriezelle zwischen erfindungsgemäßen Dichtungssegmenten aufgehängt ist. Der Bügel kann sich z.B. zusammen mit den Stromleitelementen in einen außerhalb eines

Rahmens liegenden Bereich erstrecken. Der Bügel kann sich um eine zwischen zwei Dichtungssegmenten angeordnete Batteriezelle, z.B. Pouchzelle, herum erstrecken.

5 Gegenstand der Erfindung ist auch eine Traktionsbatterie, die einen Stapel erfindungsgemäßer Dichtungssegment-Batteriezell-Einheiten umfasst.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung einer elektrisch nichtleitenden Flüssigkeit zur Abfuhr von Wärme aus einem erfindungsgemäßen Dichtungssegment, aus einer erfindungsgemäßen Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit oder aus einer erfindungsgemäßen Traktionsbatterie.

10

Elektrisch nichtleitend bedeutet, dass die Flüssigkeit elektrischen Strom nicht leitet. Die Leitfähigkeit beträgt höchstens $10^{-8} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ bzw. der spezifische elektrische Widerstand beträgt $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$, gemessen jeweils bei 25°C . Er wird gemessen gemäß DIN EN

15 60247:2004.

Die Verwendung elektrisch nichtleitender Flüssigkeiten als Kühlfluid hat den Vorteil, dass es bei einer eventuellen Beschädigung und einem thermischen Durchgehen (thermal runaway) einer Batteriezelle nicht zu einem Kurzschluss kommt.

20

Die elektrisch nichtleitende Flüssigkeit enthält vorzugsweise eine fluorierte organische Verbindung, z.B. eine vollständig fluorierte organische Verbindung oder eine teilweise fluorierte organische Verbindung, wie z.B. ein vollständig fluoriertes Keton, oder einen teilweise fluorierten Ether. Der bei einem Druck von 1 Bar bestimmte Siedepunkt der

25 Verbindung kann beispielsweise im Bereich von 45 bis 150°C , bevorzugt im Bereich von 55°C bis 100°C liegen. Im vollständig fluorierten Keton kann an den Keto-Kohlenstoff eine siebenfach fluorierte Isopropylgruppe und eine fünffach fluorierte Ethylgruppe gebunden sein.

Weitere Besonderheiten und Vorzüge der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Es zeigen:

- Fig. 1A ein erfindungsgemäßes Dichtungssegment;
- 5 Fig. 1B, 1C zwei unterschiedliche Perspektiven eines Eckbereichs des in Figur 1A dargestellten Dichtungssegments (der Eckbereich ist in Figur 1A oben rechts mit einem Rechteck hervorgehoben);
- Fig. 2, 3A, 3B, 3C Orthogonalprojektionen erfindungsgemäßer Dichtungssegmente;
- 10 Fig. 4A bis 4D die Definition eines umlaufenden Segmentrandbereichs am Beispiel der Orthogonalprojektion der Figur 3B;
- Fig. 5 eine erfindungsgemäße Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit;
- 15 Fig. 6 einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit;
- Fig. 7 einen Teil einer Traktionsbatterie, die aus erfindungsgemäßen Dichtungssegment-Batteriezell-Einheiten aufgebaut ist.

20

Figur 1A zeigt ein Dichtungssegment **1** zur Temperaturkontrolle einer fluidgekühlten Batterie. Das Dichtungssegment **1** weist eine erste Hauptfläche **11** und eine zweite Hauptfläche **12** auf. Das Dichtungssegment **1** weist außerdem eine Durchtrittsöffnung **3** auf, die das Dichtungssegment von der ersten Hauptfläche **11** zur zweiten Hauptfläche **12** durchdringt. Die zweite Hauptfläche **12** ist in Figur 1A nicht zu sehen, da sie sich auf einer vom Betrachter abgewandten Seite befindet und im Wesentlichen parallel zur ersten Hauptfläche **11** verläuft, wie aus der in Figur 1C gezeigten Perspektive zu erkennen ist. In der in Figur 1C gezeigten Perspektive verlaufen beide Hauptflächen auf den Betrachter zu.

30

Die beiden Hauptflächen **11**, **12** gehen am Dichtungssegmentrand **2** und am Öffnungsrand **4** ineinander über. Figur 1B zeigt beispielhaft, wie die Hauptflächen **11**, **12** am Dichtungssegmentrand ineinander übergehen können. Hier bildet der Rand **2** eine Fläche, die im Wesentlichen orthogonal zu den Hauptflächen **11** und **12** verläuft. Denkbar ist jedoch auch jeder andere Übergang der Hauptflächen **11**, **12** im Randbereich, beispielsweise über einen abgerundeten Rand. Der Öffnungsrand **4** umgibt eine Durchtrittsfläche.

Das in Figur 1A gezeigt Dichtungssegment besteht aus einer Graphitfolie **5**, die im Wesentlichen aus kompaktiertem Graphitexpandat besteht, das auf eine Dichte von $1,5 \text{ g/cm}^3$ teilverdichtet ist. Das Dichtungssegment umfasst also eine Graphitfolienlage.

Die Lage der Durchtrittsöffnung **4** im Dichtungssegment ist über eine Orthogonalprojektion definiert. Dies veranschaulichen die in Figuren 2, 3A, 3B, 3C gezeigten Orthogonalprojektionen **1_P** beispielhaft für vier verschiedene, nicht dargestellte Dichtungssegmente, in denen die beiden Hauptflächen **11** und **12** jeweils eben sind und im Wesentlichen parallel zueinander und zur nicht dargestellten Projektionsebene verlaufen. In den Figuren 2, 3A, 3B und 3C ist der jeweilige Segmentprojektionsumriss **2_P** dargestellt, der die ebenfalls dargestellte, jeweilige Segmentprojektionsfläche **A_{PS}** umgibt. Außerdem ist jeweils der Öffnungsprojektionsumriss **4_P** und die davon jeweils umgebende Öffnungsprojektionsfläche **A_{PF}** dargestellt. Es ist offensichtlich, dass das Verhältnis **A_{PS}** zu **A_{PF}** in den Beispielen nicht unter 0,004 und nicht über 0,10 liegt und dass in allen Beispielen sämtliche Punkte des Öffnungsprojektionsumrisses **4_P** (also sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte) vom Segmentprojektionsumriss **2_P** beabstandet sind.

Außerdem liegen in den in Figuren 2, 3A, 3B und 3C gezeigten Projektionen sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte in einem umlaufenden Segmentprojektionsbereich **O_P**, der eine umlaufend konstante Breite **b** hat und durch den Segmentprojektionsumriss **2_P** nach außen begrenzt ist. In Figur 2 ist der Segmentprojektionsbereich **O_P**, der

eine umlaufend konstante Breite \mathbf{b} hat, durch gekreuzte Schraffur hervorgehoben. Die Breite \mathbf{b} ist so gewählt, dass der Segmentprojektionsbereich \mathbf{O}_P 75 % der Segmentprojektionsfläche \mathbf{A}_{PS} einnimmt.

- 5 Ob sich sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte in diesem umlaufenden Segmentprojektionsbereich \mathbf{O}_P befinden, wird wie folgt bestimmt (die nachfolgenden Schritte sind in Figuren 4A bis 4D für die in Figur 3B gezeigte Orthogonalprojektion veranschaulicht):
- Zunächst wird ein Punkt \mathbf{X} des Öffnungsprojektionsumrisses ermittelt, der weiter oder gleich weit vom Segmentprojektionsumriss entfernt ist, als alle anderen
 - 10 Punkte des Öffnungsprojektionsumrisses (siehe \mathbf{X} in Figur 4A). Gegebenenfalls sind sämtliche Punkte mehrerer Öffnungsprojektionsumrisse zu berücksichtigen, wenn ein Dichtungssegment mehrere Durchtrittsöffnungen aufweist.
 - Dann wird der Abstand dieses Punktes \mathbf{X} vom Segmentprojektionsumriss gemessen (siehe Doppelpfeil in Figur 4B).
 - 15 - Innerhalb des Segmentprojektionsumrisses wird eine Linie eingezeichnet, die diesen Abstand zum Segmentprojektionsumriss einhält. Eine solche Linie lässt sich z.B. mit einem Zirkel und einer Vielzahl von Kreisen skizzieren, deren Mittelpunkte sich auf dem Segmentprojektionsumriss befinden und deren Radius dem in Fig. 4B gezeigten Abstand entspricht (siehe Figuren 4C, 4D). Der nach links
 - 20 weisende Pfeil deutet auf eine nach links weisende Spitze der Linie hin, die in Figur 4 D gut zu erkennen ist.
 - Anschließend wird das Verhältnis der zwischen dieser Linie und dem Segmentprojektionsumriss eingeschlossene Fläche zur Segmentprojektionsfläche bestimmt. Wenn das Verhältnis beider Flächen höchstens 0,75 beträgt, liegt ein erfindungsgemäßes Dichtungssegment vor. Aus Figur 4D ist leicht zu erkennen,
 - 25 dass das Verhältnis im dort gezeigten Fall unter 0,75 liegt.

In den Orthogonalprojektionen, die in Figuren 2, 3A, 3B und 3C gezeigt sind, überschreitet die Länge des Segmentprojektionsumrisses $\mathbf{2}_P$ den Umfang eines Quadrates,

dessen Fläche der Segmentprojektionsfläche A_{PS} entspricht, nur geringfügig. Die Segmentprojektionsfläche A_{PS} hat in Figur 2 die Form eines Rechtecks, wobei das Verhältnis Länge zu Breite dieses Rechtecks 2:3 beträgt. Bei einem Rechteck mit Verhältnis Länge zu Breite von 2:3 ist der Rand nur um etwa 2 % länger, als bei einem Quadrat mit derselben Fläche. In Figur 3B hat die Segmentprojektionsfläche A_{PS} die Form zweier aneinander angrenzender, unterschiedlich großer Rechtecke, je mit Verhältnis Länge zu Breite von 5:6, wobei die Fläche des einen Rechtecks 15 mal der Fläche des anderen Rechtecks entspricht. Der Segmentprojektionsumriss 2_P ist hier um etwa 28 % länger, als bei einem Quadrat mit derselben Fläche.

10

In Figur 2 liegt der Öffnungsprojektionsumriss 4_P im Segmentprojektionsumriss 2_P so, dass sich ein Quadrat P_2 , dessen Fläche ein Sechstel von A_{PS} beträgt, innerhalb des Segmentprojektionsumrisses 2_P so ausrichten lässt, dass der Öffnungsprojektionsumriss 4_P vollständig innerhalb des Quadrats P_2 liegt. Genauso lässt sich auch ein

15 Quadrat P_3 ausrichten dessen Fläche ein Fünftel von A_{PS} beträgt und ein Quadrat P_1 , dessen Fläche ein Achtel von A_{PS} beträgt. Die in Figuren 3A und 3B gezeigten Orthogonalprojektionen erfüllen diese Bedingungen nicht, wie an den dort dargestellten Quadraten zu erkennen ist.

20

An der ersten Hauptfläche **11** und/oder der zweiten Hauptfläche **12** kann ein Aufhängungselement angeordnet sein. In den Beispielen, die in den Figuren gezeigt sind, ist kein Aufhängungselement gezeigt. Das Aufhängungselement kann aus der Hauptfläche hervortreten. Das Aufhängungselement dient der Aufhängung einer Batteriezelle an der Hauptfläche. Beispielsweise kann jede Art von aus der Hauptfläche **11** oder **12** hervortretendem Material als Aufhängungselement dienen, mit dem ein Verrutschen von einer

25 Batteriezelle erschwert wird, die an der Hauptfläche angeordnet ist. Das Aufhängungselement kann z.B. Schaumstoff, Graphit und/oder ein Metall, wie z.B. Stahl oder Aluminium, umfassen. Ein Verrutschen von einer an einer Hauptfläche angeordneten Batteriezelle wird durch das Aufhängungselement erschwert.

30

Im in Figur 1A gezeigten Dichtungssegment **1** verlaufen ein erster **21** und ein dritter Abschnitt **23** des Dichtungssegmentrandes **2** parallel zueinander.

Ein Bereich des Dichtungssegmentrandes **2**, der den ersten **21** und den dritten Abschnitt **23** des Dichtungssegmentrandes **2** verbindet, umfasst einen zweiten Abschnitt **22** des Dichtungssegmentrandes **2**, der orthogonal zum ersten **21** und dritten Abschnitt **23** verläuft. Ein weiterer Bereich des Dichtungssegmentrandes **2**, der den ersten **21** und den dritten Abschnitt **23** Dichtungssegmentrandes **2** verbindet, umfasst einen vierten Abschnitt **24** des Dichtungssegmentrandes **2**, der parallel zum zweiten Abschnitt **22** des Dichtungssegmentrandes **2** verläuft. Vier Geraden, die mit dem ersten, mit dem zweiten, mit dem dritten und mit dem vierten Abschnitt des Dichtungssegmentrandes **2** zusammenfallen, definieren ein Rechteck. In Figur 1A gehen die geraden Abschnitte **21**, **22**, **23**, **24** ineinander über, der Dichtungssegmentrandes **2** fällt also mit diesem Rechteck zusammen.

15

Figur 5 zeigt eine Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit **31**, die eine Pouchzelle **40** umfasst. Die Pouchzelle steht mit der Hauptfläche **11** in physischem Kontakt. Im hier gezeigten Beispiel weist die Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit **31** einen Rahmen **50** auf, der so an der Hauptfläche **11** anliegt, mit der die Pouchzelle **40** in Kontakt steht, dass ein durch Pouchzelle **40**, Dichtungssegment **1** und Rahmen **50** begrenzter Kanal **K** ausgebildet ist, in den ein Fluid durch die Durchtrittsöffnung **3** einströmen kann. Die Pouchzelle weist eine dem Betrachter zugewandte Oberfläche **41** und elektrisch isolierte Stromleitelemente **43** auf. Mit einer zur Oberfläche **41** im Wesentlichen parallel verlaufenden Oberfläche, die hier nicht zu sehen ist, liegt die Pouchzelle **40** an der Hauptfläche **11** des Dichtungssegments **1** an. Die Durchtrittsöffnung **3** befindet sich in der hier gezeigten Ansicht links. Der Rahmen **50** hat ein rechteckiges Profil mit vier umlaufenden Oberflächen **51**, **53**, **54**. Eine der vier umlaufenden Oberflächen liegt an der Hauptfläche **11** des Dichtungselements **1** an. Die Oberfläche **53** ist nach innen zur Pouchzelle **40** hin orientiert und von der Pouchzelle **40** beabstandet. Die Oberfläche **54**

25

schließt den Rahmen nach außen ab. An der Oberfläche **51** kann ein weiteres Dichtungselement anliegen, z.B. eine Hauptfläche **112** eines weiteren erfindungsgemäßen Dichtungselements **101**, wie in der nachfolgend beschriebene Figur 6.

5 Figur 6 zeigt einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit **31**. Sie umfasst ein weiteres erfindungsgemäßes Dichtungssegment **101**, von dem nur ein Ausschnitt dargestellt ist. Das Dichtungssegment **101** weist ebenfalls nur eine Durchtrittsöffnung **103** auf. Eine Hauptfläche **112** des zweiten Dichtungssegments **101** liegt so am Rahmen **50** an, dass das Fluid, das durch die Durchtrittsöffnung **3** des ersten Dichtungssegments **1** in den Kanal **K** einströmen kann, durch die Durchtrittsöffnung **103** des zweiten Dichtungssegments **101** aus dem Kanal **K** entweichen kann.

Die Pouchzelle **40** ist im hier gezeigten Beispiel so zwischen den Dichtungssegmenten **1** und **101** angeordnet und die Dichtungssegmente **1**, **101** schließen so an den Rahmen an, dass zwischen der Oberfläche **53**, der Pouchzelle **40** und den Dichtungssegmenten **1**, **101** ein mit der Durchtrittsöffnung **1** kommunizierender Kanal **K** ausgebildet ist. Der Kanal kommuniziert auch mit der Durchtrittsöffnung **103** des zweiten Dichtungssegments **101**. In Figur 6 ist der Verlauf des Kanals gut zu erkennen, da vom Dichtungssegment **101** nur ein Ausschnitt mit der Durchtrittsöffnung **103** und einem Teil der Hauptfläche **111** dargestellt ist.

Die beiden Durchtrittsöffnungen **3**, **103** sind in Figur 6 so angeordnet, dass sie über zwei im Wesentlichen gleich lange Abschnitte des Kühlkanals kommunizieren. Die beiden Abschnitte des Kühlkanals verlaufen im hier gezeigten Beispiel auf gegenüberliegenden Seiten der Pouchzelle **40**. Der eine Abschnitt des Kühlkanals ist in Figur 6 gut zu sehen. Er führt auf einer von den Stromleitelementen **43** abgewandten Seite um die Pouchzelle herum. Der andere Abschnitt des Kühlkanals führt durch einen Bereich, der in Figur 6 abgeschnitten ist. Er führt an den Stromleitelementen **43** entlang, die in Figur 5 dargestellt sind.

In Figur 6 ist zu erkennen, dass ein Kühlfluid, das durch die Durchtrittsöffnung **3** des ersten Dichtungssegments **1** in den Kühlkanal eingeströmt werden kann, im Kühlkanal eine Strecke von weit mehr als einem Zwanzigstel der Länge des Segmentprojektionsumrisses **2_P** zurücklegen muss, bevor es durch die Durchtrittsöffnung **103** des zweiten Dichtungssegments **101** aus dem Kühlkanal dieser Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit **31** ausströmen kann.

Der in Figur 7 gezeigte Teil einer Traktionsbatterie weist mehrere Dichtungssegment-Batteriezell-Einheiten **31, 131, 231, 331, 431** auf. Die Dichtungssegmente **101, 201, 301, 401** stehen je mit einer Hauptfläche mit einer Pouchzelle und mit der anderen Hauptfläche mit einer anderen Pouchzelle in Kontakt. Die Pouchzellen stehen je mit einer Oberfläche mit einer Hauptfläche eines Dichtungssegments und mit der anderen Oberfläche mit einer Hauptfläche eines anderen Dichtungssegments in Kontakt.

15

Die Dicke der Dichtungssegmente beträgt in der nicht maßstabsgerechten Figur 7 < 5 mm.

Wie in Figuren 6 und 7 zu erkennen ist, überlappen die Durchtrittsöffnungen in Dichtungssegmenten, die in Stapelrichtung aufeinanderfolgen nicht. In Figur 7 sind die Durchtrittsöffnungen **3, 203, 403** auf einer dem Betrachter zugewandten Seite der Batterie angeordnet, während die Durchtrittsöffnungen **103, 303, 503** auf einer vom Betrachter abgewandten Seite der Batterie angeordnet sind.

25 Bezugszeichenliste

Wärmeleitende Dichtungssegmente	1, 101, 201, 301, 401, 501
Dichtungssegmentrand und Segmentprojektionsumriss	2 und 2 _P
Durchtrittsöffnung	3, 103, 203, 303, 403, 503
30 Öffnungsrand und Öffnungsprojektionsumriss	4 und 4 _P

	Erste Hauptfläche	11, 111, 511
	Zweite Hauptfläche	12, 112
	Erster Abschnitt des Dichtungssegmentrands	21
	Zweiter Abschnitt des Dichtungssegmentrands	22
5	Dritter Abschnitt des Dichtungssegmentrands	23
	Vierter Abschnitt des Dichtungssegmentrands	24
	Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit	31, 131, 231, 331, 431
	Pouchzelle	40
	Oberfläche der Pouchzelle	41
10	Stromleitelemente	43
	Rahmen	50
	Oberflächen des Rahmens	51, 53, 54
	Öffnungsprojektionsfläche	A_{PF}
	Segmentprojektionsfläche	A_{PS}
15	Segmentprojektionsflächenschwerpunkt	S_P
	Polygone	P_1, P_2, P_3

Patentansprüche

1. Dichtungssegment (1) aufweisend eine erste Hauptfläche (11) und eine zweite
5 Hauptfläche (12), die am Dichtungssegmentrand (2) ineinander übergehen, und mindestens eine Durchtrittsöffnung (3), die das Dichtungssegment (1) von der ersten Hauptfläche (11) zur zweiten Hauptfläche (12) durchdringt, wobei

eine Orthogonalprojektion (1_P) des mit einer Hauptfläche an einer Projektionsebene
10 anliegenden Dichtungssegments einen Segmentprojektionsumriss (2_P), der eine Segmentprojektionsfläche A_{PS} umgibt, und mindestens einen Öffnungsprojektionsumriss (4_P), der eine Öffnungsprojektions(gesamt)fläche A_{PF} umgibt, definiert,

das Verhältnis A_{PF} zu A_{PS} im Bereich von 0,001 bis 0,20 liegt,

15 sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte vom Segmentprojektionsumriss (2_P) beabstandet sind und in einem umlaufenden Segmentprojektionsbereich (O_P) liegen,

der Segmentprojektionsbereich (O_P) durch den Segmentprojektionsumriss (2_P) nach
20 außen begrenzt ist und eine umlaufend konstante Breite (b) hat, die so gewählt ist, dass der Segmentprojektionsbereich (O_P) 75 % der Segmentprojektionsfläche A_{PS} einnimmt,

dadurch gekennzeichnet, dass

25 das Dichtungssegment eine Graphitfolienlage (5) umfasst.

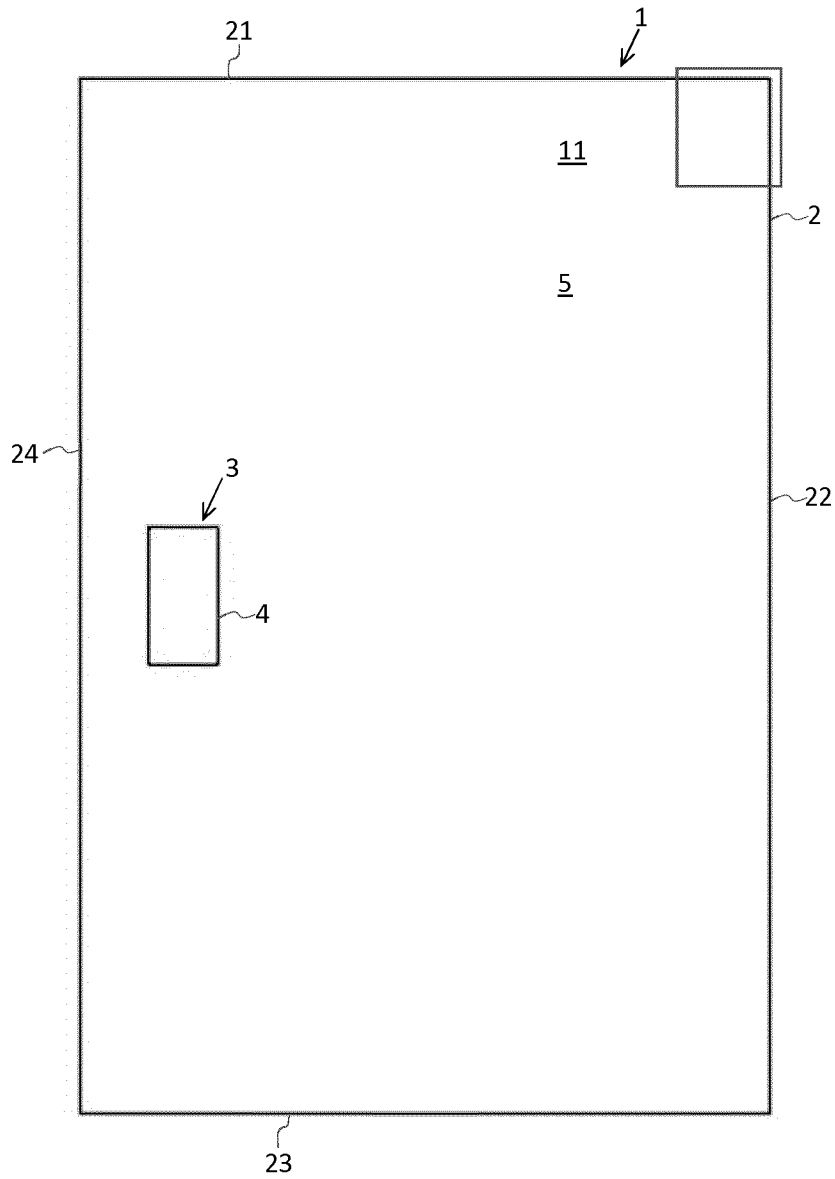
2. Dichtungssegment (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zahl der Durchtrittsöffnungen 1, 2 oder 3 beträgt.

3. Dichtungssegment (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass kein Öffnungsprojektionsumrisspunkt eines Öffnungsprojektionsumrisses näher an einem Öffnungsprojektionsumrisspunkt eines anderen Öffnungsprojektionsumrisses liegt, als 5 % der Länge des Segmentprojektionsumrisses, wobei dies nur in Bezug auf die Öffnungsprojektionsumrisse gruppiert Durchtrittsöffnungen untereinander nicht gilt und als gruppiert Durchtrittsöffnungen gelten, wenn sämtliche Öffnungsprojektionsumrisspunkte einer Durchtrittsöffnung einen Abstand von weniger als 4 % der Länge des Segmentprojektionsumrisses zu einem Öffnungsprojektionsumrisspunkt eines Öffnungsprojektionsumrisses mindestens einer anderen Durchtrittsöffnung einnehmen.
4. Dichtungssegment (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Graphitfolienlage (5) sich bis zum Dichtungssegmentrand (2) erstreckt.
5. Dichtungssegment (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Graphitfolienlage (5) sich im Dichtungssegment (1) bis an eine Stelle erstreckt, die in der Orthogonalprojektion (1_P) näher am Segmentprojektionsflächenschwerpunkt (S_P) liegt, als der zum Segmentprojektionsflächenschwerpunkt (S_P) nächste Öffnungsprojektionsumrisspunkt.
6. Dichtungssegment (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Graphitfolienlage (5) ein teilweise kompaktiertes Graphitexpandat umfasst.
7. Dichtungssegment (1) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine elektrisch isolierende Beschichtung (6) an mindestens einer der Hauptflächen.
8. Dichtungssegment (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis A_{PF} zu A_{PS} im Bereich von 0,004 bis 0,10 liegt.

9. Dichtungssegment (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungsprojektionsumriss (4_P) im Segmentprojektionsumriss (2_P) so liegt, dass sich ein gleichseitiges und gleichwinkliges Polygon (P_2), dessen Fläche ein Sechstel von A_{PS} beträgt, innerhalb des Segmentprojektionsumrisses (2_P) so ausrichten lässt, dass der Öffnungsprojektionsumriss (4_P) vollständig innerhalb des Polygons (P_2) liegt.
10. Dichtungssegment (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungsprojektionsumriss (4_P) im Segmentprojektionsumriss (2_P) so liegt, dass keine der Geraden, die den Öffnungsprojektionsumriss (4_P) in einem oder mehreren Punkten schneiden, den ersten Segmentprojektionsumriss (2_P) in mehr als zwei Punkten schneidet.
11. Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit (31), umfassend eine Batteriezelle (40), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Batteriezelle (40) in thermischem Kontakt mit einer Hauptfläche (11) eines Dichtungssegments (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 steht.
12. Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit (31) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thermische Kontakt dadurch gebildet ist, dass die Batteriezelle (40) mit einer der Hauptflächen (11) des Dichtungssegments (1) in physischem Kontakt steht, wobei die Batteriezelle (40) die Durchtrittsöffnung (3) nicht überlappt.
13. Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit (31) nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** einen Rahmen (50), der so an der Hauptfläche (11) anliegt, mit der die Batteriezelle (40) in thermischem Kontakt steht, dass ein durch Batteriezelle (40), Dichtungssegment (1) und Rahmen (50) begrenzter Kanal (K) ausgebildet ist, in den ein Fluid durch die Durchtrittsöffnung (3) einströmen kann.

14. Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit (31) nach Anspruch 13, **gekennzeichnet durch** ein zweites Dichtungssegment (101) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Hauptfläche (112) des zweiten Dichtungssegments (101) so am Rahmen (50) anliegt, dass das Fluid, das durch die Durchtrittsöffnung (3) des einen Dichtungssegments (1) in den Kanal (K) einströmen kann, durch die Durchtrittsöffnung (103) des zweiten Dichtungssegments (101) aus dem Kanal (K) entweichen kann.
- 5
15. Dichtungssegment-Batteriezell-Einheit (31) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Durchtrittsöffnungen (3, 103) so angeordnet sind, dass sie über zwei gleich lange Abschnitte (K_{A1} , K_{A2}) des Kanals (K) verbunden sind.
- 10

Fig. 1A



5

Fig. 1B

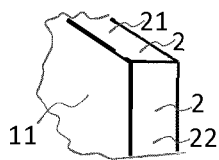


Fig. 1C

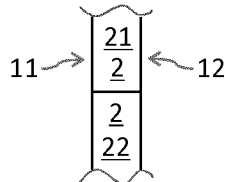


Fig. 2

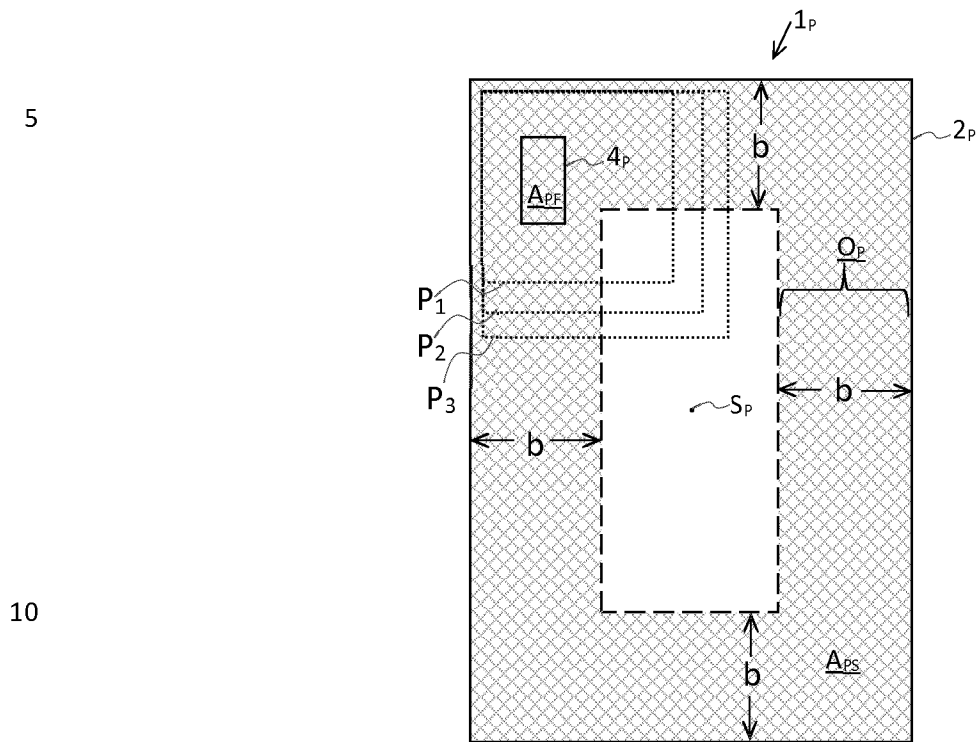


Fig. 3A

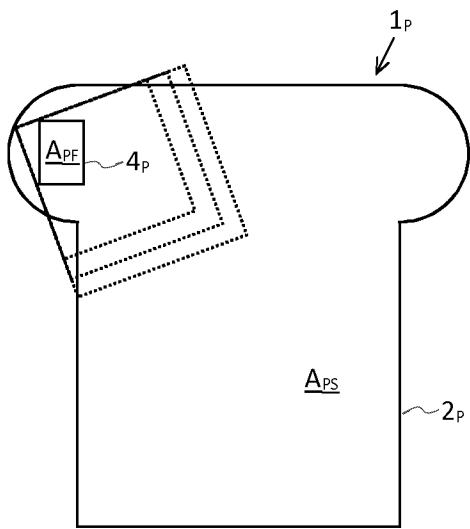


Fig. 3B

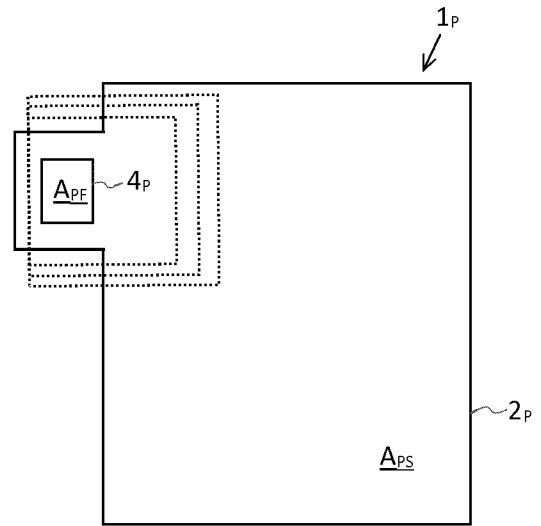


Fig. 3C

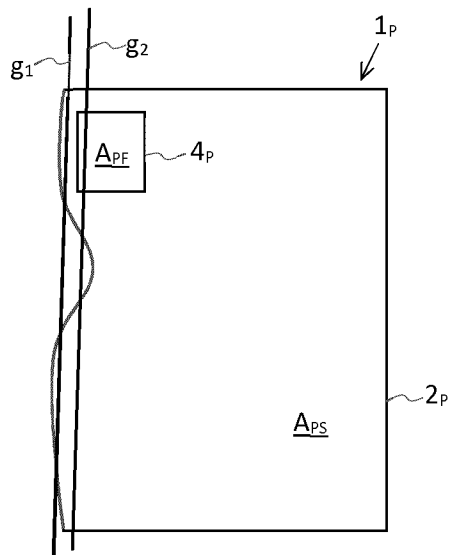


Fig. 4A

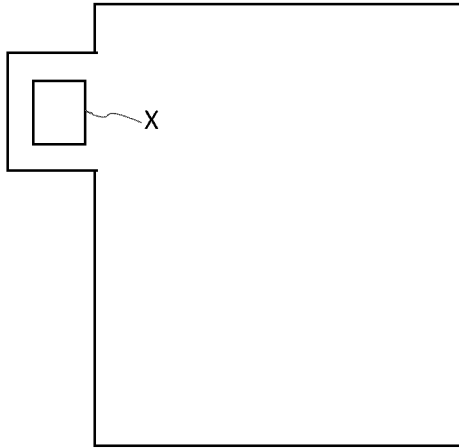


Fig. 4B

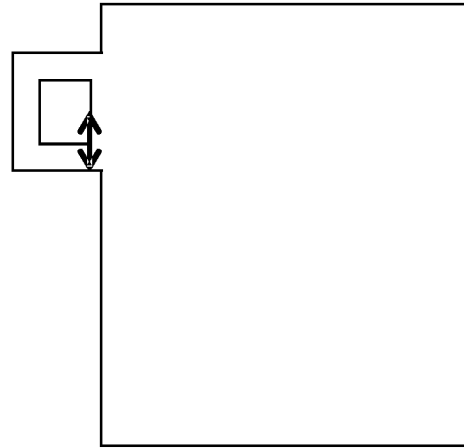


Fig. 4C

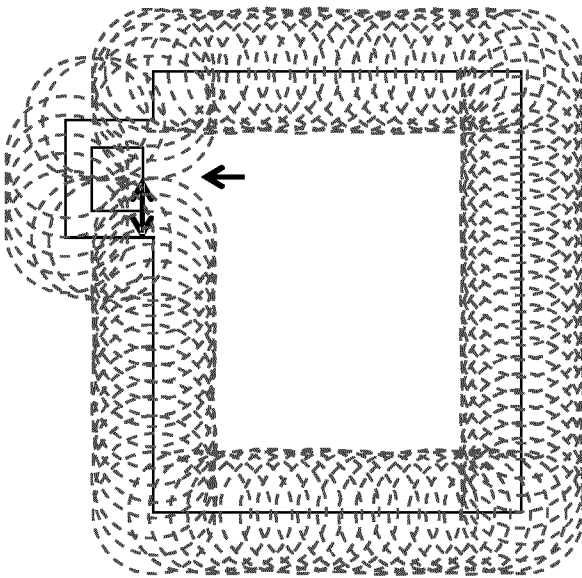


Fig. 4D

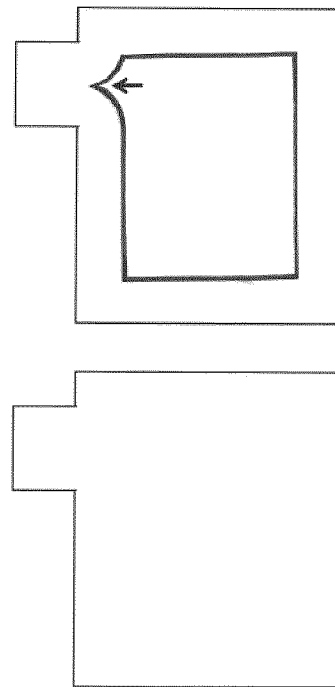


Fig. 5

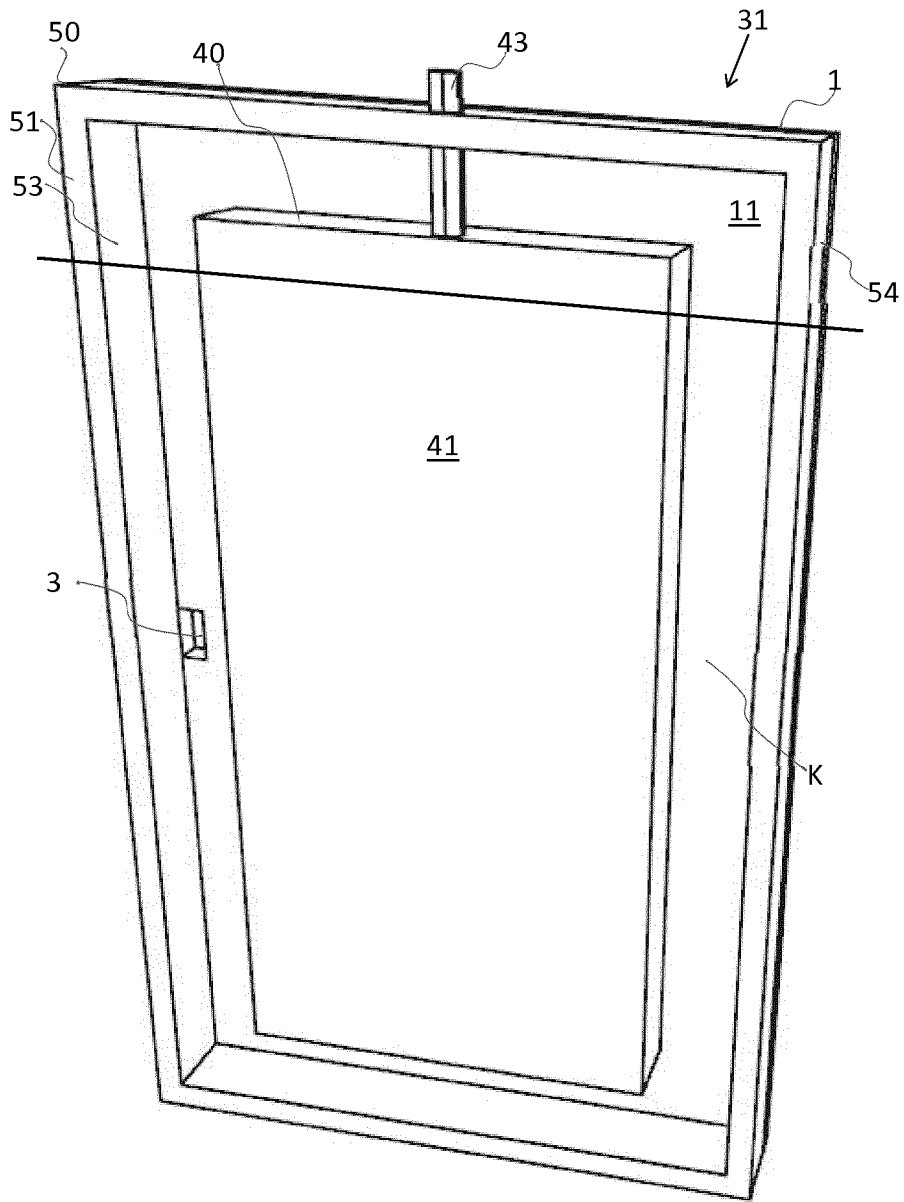


Fig. 6

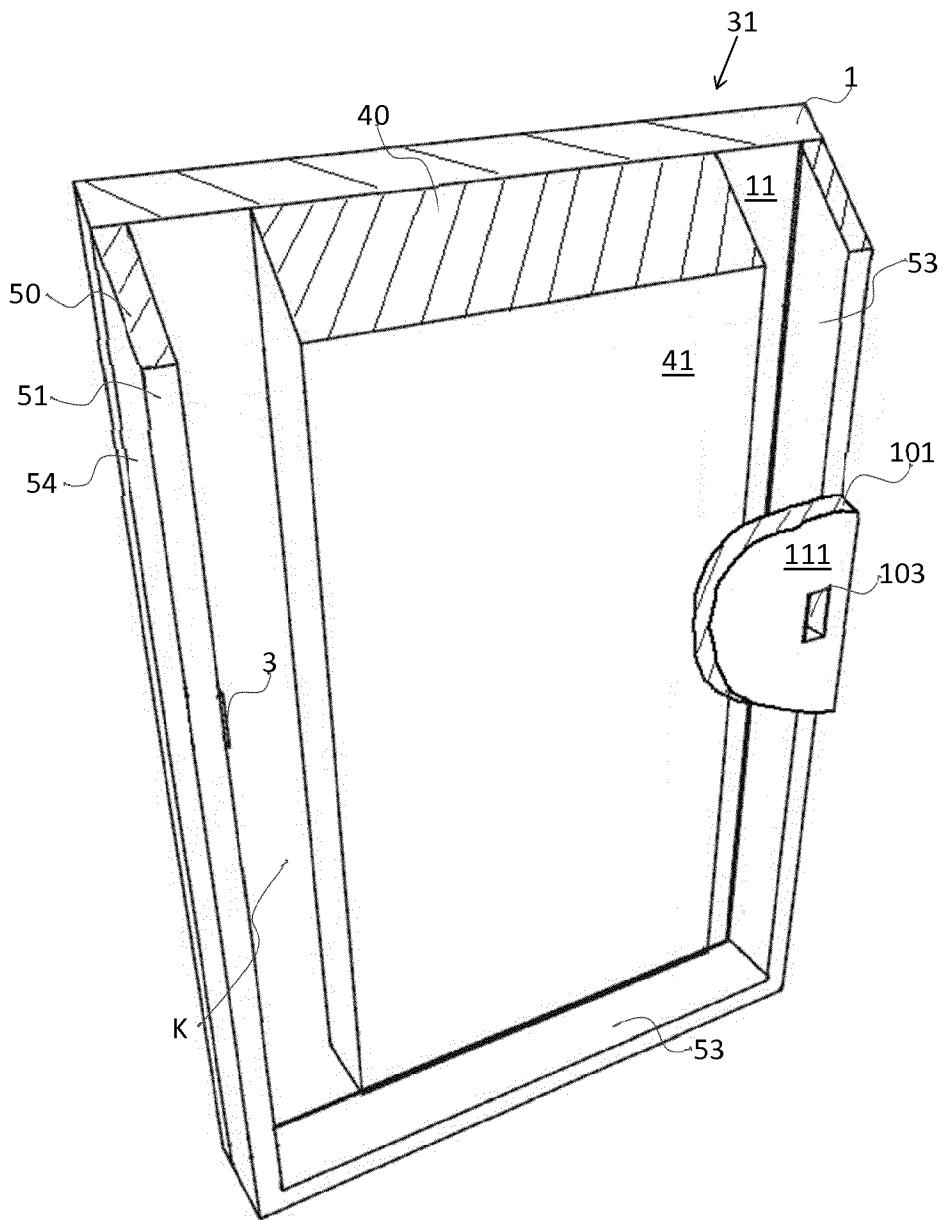
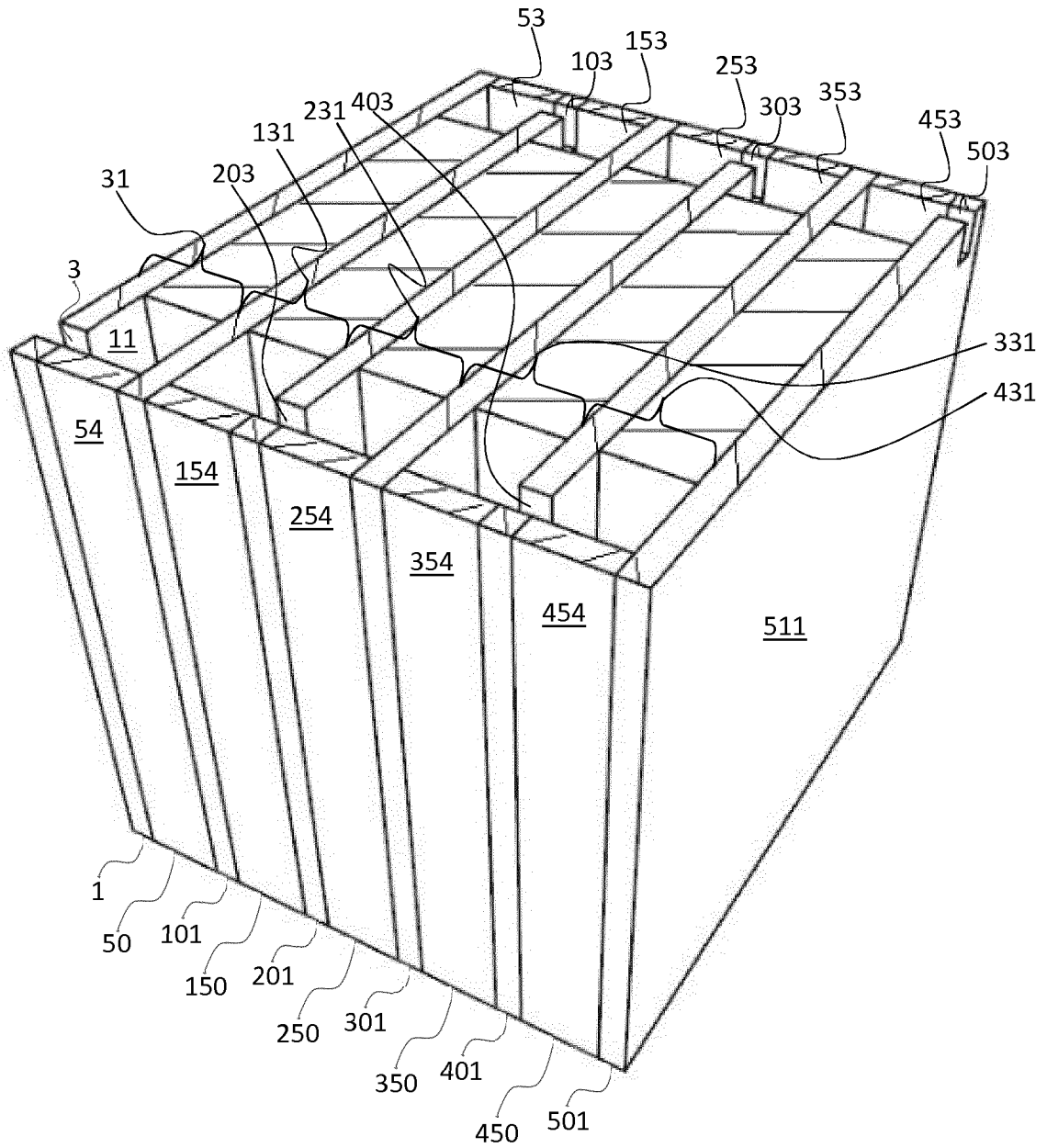


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/067246

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01M 2/08</i> (2006.01)i; <i>F16J 15/02</i> (2006.01)i; <i>H01M 2/10</i> (2006.01)i; <i>H01M 10/625</i> (2014.01)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; F16J		
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 Y	WO 2018003547 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 04 January 2018 (2018-01-04) the whole document	1-5,7-12 6
Y	EP 2620993 A1 (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY [JP]) 31 July 2013 (2013-07-31) paragraph [0010]	6
A	DE 2214412 A1 (LICENTIA GMBH) 04 October 1973 (1973-10-04) the whole document	1-15
A	US 2005186425 A1 (NAKAJIMA KOUICHI [JP] ET AL) 25 August 2005 (2005-08-25) the whole document	1-15
A	JP H11351400 A (NIPPON LEAKLESS CORP) 24 December 1999 (1999-12-24) the whole document	1-15
A	CN 106785190 A (CHONGQING YUNTIANHUA HANEN NEW MAT DEV CO LTD ET AL.) 31 May 2017 (2017-05-31) the whole document	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 02 October 2019		Date of mailing of the international search report 21 October 2019
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 Brune, Markus Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/067246

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2018003547	A1	04 January 2018	CN	109328406	A	12 February 2019
				JP	WO2018003547	A1	18 April 2019
				WO	2018003547	A1	04 January 2018
<hr/>							
EP	2620993	A1	31 July 2013	CN	103125032	A	29 May 2013
				EP	2620993	A1	31 July 2013
				JP	5652476	B2	14 January 2015
				JP	WO2012039423	A1	03 February 2014
				KR	20130099975	A	06 September 2013
				US	2013177803	A1	11 July 2013
				WO	2012039423	A1	29 March 2012
<hr/>							
DE	2214412	A1	04 October 1973	BE	797095	A	16 July 1973
				DE	2214412	A1	04 October 1973
				FR	2177905	A1	09 November 1973
				GB	1416369	A	03 December 1975
				JP	S4913637	A	06 February 1974
				NL	7304009	A	26 September 1973
				US	3898102	A	05 August 1975
<hr/>							
US	2005186425	A1	25 August 2005	CN	1644965	A	27 July 2005
				JP	4549067	B2	22 September 2010
				JP	2005201363	A	28 July 2005
				US	2005186425	A1	25 August 2005
<hr/>							
JP	H11351400	A	24 December 1999	NONE			
<hr/>							
CN	106785190	A	31 May 2017	NONE			
<hr/>							

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/067246

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01M2/08 F16J15/02 H01M2/10 H01M10/625
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01M F16J

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	WO 2018/003547 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 4. Januar 2018 (2018-01-04)	1-5,7-12
Y	das ganze Dokument	6
Y	EP 2 620 993 A1 (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY [JP]) 31. Juli 2013 (2013-07-31) Absatz [0010]	6
A	DE 22 14 412 A1 (LICENTIA GMBH) 4. Oktober 1973 (1973-10-04) das ganze Dokument	1-15
A	US 2005/186425 A1 (NAKAJIMA KOUICHI [JP] ET AL) 25. August 2005 (2005-08-25) das ganze Dokument	1-15
	----- -/-	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
2. Oktober 2019	21/10/2019

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 Brune, Markus
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP H11 351400 A (NIPPON LEAKLESS CORP) 24. Dezember 1999 (1999-12-24) das ganze Dokument	1-15
A	----- CN 106 785 190 A (CHONGQING YUNTIANHUA HANEN NEW MAT DEV CO LTD ET AL.) 31. Mai 2017 (2017-05-31) das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/067246

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2018003547	A1	CN 109328406 A	12-02-2019
		JP W02018003547 A1	18-04-2019
		WO 2018003547 A1	04-01-2018

EP 2620993	A1	CN 103125032 A	29-05-2013
		EP 2620993 A1	31-07-2013
		JP 5652476 B2	14-01-2015
		JP W02012039423 A1	03-02-2014
		KR 20130099975 A	06-09-2013
		US 2013177803 A1	11-07-2013
		WO 2012039423 A1	29-03-2012

DE 2214412	A1	BE 797095 A	16-07-1973
		DE 2214412 A1	04-10-1973
		FR 2177905 A1	09-11-1973
		GB 1416369 A	03-12-1975
		JP S4913637 A	06-02-1974
		NL 7304009 A	26-09-1973
		US 3898102 A	05-08-1975

US 2005186425	A1	CN 1644965 A	27-07-2005
		JP 4549067 B2	22-09-2010
		JP 2005201363 A	28-07-2005
		US 2005186425 A1	25-08-2005

JP H11351400	A	24-12-1999	KEINE

CN 106785190	A	31-05-2017	KEINE
