

(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 2020/002551 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 10/613 (2014.01) H01M 10/653 (2014.01)
H01M 10/625 (2014.01) H01M 10/6555 (2014.01)
H01M 10/647 (2014.01) H01M 10/6557 (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/067245

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 210 645.2
28. Juni 2018 (28.06.2018) DE

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

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

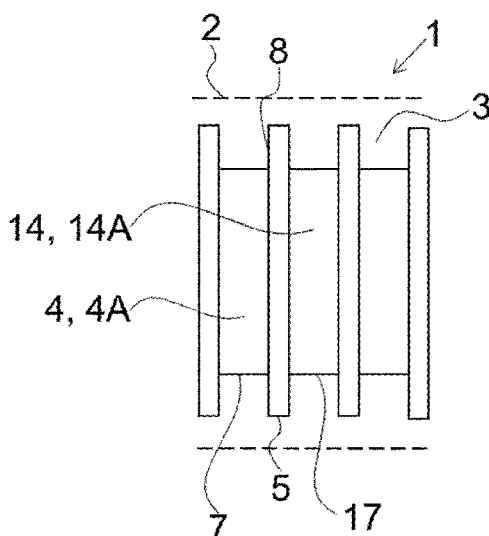
Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- 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)

(54) Title: BATTERY MODULE AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung: BATTERIEMODUL UND DESSEN VERWENDUNG

Figur 2



(57) Abstract: The invention relates to a battery module comprising a vessel, an electrically non-conductive fluid, at least two battery cells and a cooling segment containing graphite, wherein the cooling segment is arranged between the at least two battery cells and the fluid in the vessel is in contact with a surface of the battery cell and with a surface of the cooling segment.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Batteriemodul umfassend ein Gefäß, ein elektrisch nichtleitendes Fluid, mindestens zwei Batteriezellen und ein Graphit enthaltendes Kühlungssegment, wobei das Kühlungssegment zwischen den mindestens zwei Batteriezellen angeordnet ist und das Fluid in dem Gefäß in Kontakt mit einer Oberfläche der Batteriezelle und in Kontakt mit einer Oberfläche des Kühlungssegments steht.

WO 2020/002551 A1

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

BATTERIEMODUL UND DESSEN VERWENDUNG

5 Die Erfindung betrifft ein Batteriemodul und dessen Verwendung.

Beschreibung

10 Die Energie zum Antrieb von Fahrzeugen wird häufig aus Batterien bereitgestellt. Dies gilt insbesondere für Landfahrzeuge, welche die Energie zum Antrieb des Fahrzeugs teilweise, z.B. bei Hybridfahrzeugen (HEV), oder vollständig, z.B. bei Batterie-

elektrischen Fahrzeugen (BEV), aus Batterien beziehen. Es werden Batterien mit sehr hoher Energiedichte eingesetzt, wie z.B. Lithiumionenbatterien.

15 Beim Laden und Entladen der Batterie wird viel Wärme freigesetzt, die es abzuführen gilt, um eine Hitzeschädigung der Batteriezellen zu verhindern. Bekannt sind beispielsweise Batteriemodule, die ein komplexes Kühlrohrleitungssystem, welches einen von der Batteriezelle und dem Wärmeableitsystem getrennten Kühlkreislauf aufweisen (US2010279152A). Diese haben den Nachteil, dass eine Vielzahl von Dichtungen benö-

20 tigt werden, die mit der Zeit undicht werden können und außerdem ein Wärmewiderstand zwischen Wärmeableitsystem und Kühlmittel vorliegt.

Es besteht ein nicht unerhebliches Risiko von Kurzschlüssen, wenn Batteriezellen beschädigt werden und mit dem Kühlmittel in Kontakt kommen. Dies gilt gerade bei

25 Pouchzellen, da die Beutel der Pouchzellen leichter beschädigt werden können, als die häufig aus Metall bestehenden Gehäuse von zylindrischen oder prismatischen Batteriezellen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Bereitstellung eines Batteriemoduls für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug, das einen wirtschaftlichen und

30 zugleich besonders sicheren Betrieb des Fahrzeugs dauerhaft ermöglicht.

- 2 -

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Batteriemodul umfassend ein Gefäß, ein elektrisch nichtleitendes Fluid, mindestens zwei Batteriezellen und mindestens ein Graphit enthaltendes Kühlungssegment, wobei das Kühlungssegment zwischen den Batteriezellen angeordnet ist und das Fluid in dem Gefäß in Kontakt mit Oberflächen der Batteriezellen und in Kontakt mit einer Oberfläche des Kühlungssegments steht.

Das elektrisch nichtleitende Fluid steht in dem Gefäß in Kontakt mit einer Oberfläche der Batteriezelle und in Kontakt mit einer Oberfläche des Kühlungssegments. Dadurch werden komplexe Kühlrohrleitungssysteme und die dadurch erforderlichen Dichtungen entbehrlich. Dies ermöglicht einen besonders wirtschaftlichen Betrieb des Fahrzeugs, insbesondere sinkt der Wartungsaufwand.

Die Wirtschaftlichkeit des Betriebs steigt auch dadurch, dass Wärme aus den Batteriezellen direkt auf das Fluid übertragen wird (erster Wärmeleitpfad) und zusätzlich indirekt von der Batteriezelle über das Kühlungssegment auf das Fluid (zweiter Wärmeleitpfad). So muss weniger Kühlfluid umgepumpt werden. Dies teigert die Reichweite des Fahrzeugs, da ein höherer Anteil der in der Batterie speicherbaren Energie für den Antrieb des Fahrzeugs zur Verfügung steht.

Gleichzeitig ist der Betrieb des Fahrzeugs dauerhaft sicher. Das Risiko eines thermischen Durchgehens (thermal runaway) sinkt, da „hot spots“, die an den Batteriezelloberflächen entstehen können, durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Kühlungssegments schnell ausgeglichen werden. Auch birgt der direkte Kontakt des Fluids mit den Batteriezellen kein Sicherheitsrisiko, da das Fluid nicht elektrisch leitend ist und somit ein erhöhtes Risiko von Kurzschlüssen vermieden wird.

Das Kühlungssegment enthält Graphit. Es kann im Wesentlichen aus Graphit, z.B. aus mindestens 50 % Graphit oder mindestens 75 % Graphit bestehen. Das Graphit enthaltende Kühlungssegment umfasst vorzugsweise eine Graphitfolie oder eine Graphitplatte.

5

Das Kühlungssegment kann eine elektrisch isolierende Beschichtung umfassen, z.B. eine Polyethylenterephthalat-Beschichtung (PET-Beschichtung). Beispielsweise kann das Kühlungssegment eine Graphitfolie oder eine Graphitplatte sein. Die Graphitfolie oder Graphitplatte kann die elektrisch isolierende Beschichtung umfassen. Ein Kontakt zwischen der Oberfläche des Kühlsegments und einer Elektrode einer beschädigten Pouchzelle führt dann nicht zu einer unerwünschten elektrischen Aufladung des Graphit enthaltenden und somit elektrisch leitfähigen Kühlungssegments. Dadurch verringert sich das Risiko von Stromschlägen, z.B. bei der Wartung des Fahrzeugs.

10

15 Das Kühlungssegment kann Naturgraphit, synthetischen Graphit, expandierten Graphit oder Mischungen davon enthalten.

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

20

Die Herstellung von Graphitfolien, die ein teilweise kompaktiertes Graphitexpandat 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 Interkalaten, wie beispielsweise Salpetersäure oder Schwefelsäure, vermischt und bei einer

25

- 4 -

erhöhten Temperatur von z.B. 600 °C bis 1200 °C wärmebehandelt (siehe DE10003927A1).

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.

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 eine relativ flexible Graphitfolienlage erhalten. Verpresst man auf höhere Dichten von z.B. 1,5 bis 1,9 g/cm³, ist die erhaltene Graphitfolienlage im Wesentlichen unflexibel und plattenartig. Je nachdem, wie stark verpresst und welche Zieldicke erreicht wird, erhält man also eine Graphitfolie oder eine Graphitplatte.

Graphitexpandat stellt einen Graphit dar, der im Vergleich zu natürlichem Graphit in der Ebene senkrecht zu den hexagonalen Kohlenstoffschichten beispielsweise um den Faktor 80 oder mehr expandiert ist. Aufgrund der Expansion zeichnet sich expandierter Graphit durch eine hervorragende Formbarkeit und gute Verzahnbarkeit aus. Expandierter Graphit kann in Folien- bzw. Plattenform verwendet werden, wobei bevorzugt eine Folie bzw. Platte mit einer Dichte von 0,7 bis 1,8 g/cm³ verwendet wird. Eine Folie bzw. Platte aufweisend diesen Dichtebereich weist Wärmeleitfähigkeiten von 150 W/(m·K) bis 500 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.

Erfindungsgemäß weist die Graphitfolie eine Dicke von 10 µm bis 1 mm, bevorzugt 100 bis 800 µm, besonders bevorzugt 200 bis 600 µm auf. Bei kleiner als 10 µm ist die Handhabbarkeit nicht mehr gegeben. Vorteilhafterweise weist die Graphitplatte eine

- 5 -

Dicke von >1 mm bis 5 mm, bevorzugt 1,5 bis 4 mm, besonders bevorzugt 2 bis 3 mm auf.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das teilweise kompaktierten Graphit enthaltende Kühlungssegment 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 dadurch die mit dem Betrieb der Pouchzelle einhergehenden Änderungen der Dicke der Pouchzelle schon teilweise kompensiert werden. Folglich müssen weniger elastisch verformbare Ausgleichselemente vorgesehen werden. Elastisch verformbare Ausgleichselemente müssen bei einem Batteriezellstapelaufbau, der ohne teilweise kompaktierten Graphit enthaltende Kühlungssegmente auskommt, die gesamte reversible Dickenänderung sämtlicher Pouchzellen vollständig ausgleichen. Letztlich nehmen die elastisch verformbaren Ausgleichselemente erfindungsgemäß also weniger Platz ein, so dass die Kapazität der Batterie bei gegebenem Bauraum noch weiter gesteigert werden kann. Dies führt zu einer höheren Reichweite eines Fahrzeugs, das mit gemäß der vorliegenden Erfindung gebauten Batteriemodulen ausgestattet ist. Die Dicken und Dickenänderungen der Pouchzellen sind nicht überall in der Fläche der Pouchzelle exakt gleich. Die mit dem Kühlungssegment in Kontakt stehenden Oberflächen sind also nach jedem Lade-/Entladezyklus nicht exakt gleich beschaffen. Eine besonders gute thermische Anbindung wird in der gesamten Fläche erfindungsgemäß dennoch erreicht. Die Erfinder vermuten, dass die Rückfederung Oberflächenunebenheiten der Pouchzelle kompensiert. Wenn das teilweise kompaktiertes Graphitexpandat enthaltende Kühlungssegment eine Dichte von mehr als $1,4 \text{ g/cm}^3$ aufweist, wird die gewünschte Rückfederung im Allgemeinen nicht mehr so gut erreicht, wie bei geringeren Dichten. Dies gilt insbesondere bei einer Dichte von mehr als $1,6 \text{ g/cm}^3$. Unterhalb einer Dichte von $0,3 \text{ g/cm}^3$ wird die Wärmeleitfähigkeit der Folie in der Ebene relativ gering. Dies gilt insbesondere bei einer Dichte unterhalb von $0,1 \text{ g/cm}^3$. Auch die Stabilität der Folie ist bei sehr geringen Dichten nicht mehr vollkommen

- 6 -

zufriedenstellend, insbesondere bei hohe Strömungsgeschwindigkeiten des Kühlfluids. Überstehende Ecken drohen von strömendem Kühlfluid dann abgeknickt oder abgebrochen zu werden. Die Dichte des teilweise kompaktierten Graphit enthaltende Kühlungssegments liegt also z.B. im Bereich von 0,1 bis 1,6 g/cm³, von 0,3 bis 1,6 g/cm³ oder sogar nur im Bereich von 0,1 bis 1,4 g/cm³ bzw. von 0,3 bis 1,4 g/cm³.

Demgemäß betrifft die Erfindung auch die Verwendung eines Kühlungssegments, das teilweise kompaktierten expandierten Graphit enthält und in Dickenrichtung des Kühlungssegments eine Rückfederung von 2 bis 6%, bezogen auf seine Ausgangsdicke aufweist, zur Kompensation von Oberflächenunebenheiten einer an einer Hauptoberfläche des Kühlungssegments anliegenden Pouchzelle.

Bei einer Dicke größer als 5 mm wird das Volumenverhältnis Batteriezelle zu Kühlelement in der Regel ungünstig. D.h., dass die Batteriekapazität pro Batterievolumen dann weniger günstig ist, als bei dünneren Graphitfolien oder -platten.

Das Kühlungssegment weist zwei Hauptoberflächen auf. Die eine Batteriezelle liegt an einem Teil der einen Hauptfläche an. Die andere Batteriezelle liegt an einem Teil der anderen Hauptfläche an. Typischerweise verlaufen die beiden Hauptflächen eben und parallel zueinander. Durch eine Parallelprojektion des Umrisses der Batteriezelle auf die Hauptfläche, an der die Batteriezelle anliegt, wird ein Projektionsumriss definiert. Vorzugsweise liegen die Projektionsumrisse beider Batteriezellen vollständig innerhalb des Rands des Kühlungssegments. Vorzugsweise nimmt die vom einen Projektionsumriss umgebene Fläche 25 bis 95 %, z.B. 40 bis 80 %, der einen Hauptfläche ein. Vorzugsweise nimmt die vom anderen Projektionsumriss umgebene Fläche 25 bis 95 %, z.B. 40 bis 80 %, der anderen Hauptfläche ein.

Dies hat den Vorteil, dass überstehende Bereiche des Kühlsegments in Form von Finnen die Wärme an das nichtleitende Fluid übertragen, was die indirekte Wärmeübertragung (zweiter Wärmeleitpfad) begünstigt.

- 7 -

Der umlaufende Abstand vom Projektionsumriss zum Rand des Kühlungssegments liegt vorzugsweise ringsum im Bereich von 0,5 bis 50 mm, bevorzugt 5 bis 40 mm, besonders bevorzugt 10 bis 30 mm.

5

Vorteilhafterweise wird die Batteriezelle aus der Gruppe prismatische Zellen, Pouchzellen oder zylindrische Zellen, bevorzugt Pouchzellen ausgewählt.

10 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.

15 Das erfindungsgemäße Batteriemodul kann als Akkumulator verwendet werden, der den Antrieb eines Fahrzeugs bewirkt oder mitbewirkt, z.B. eines durch elektrischen Strom angetriebenen PKWs (BEV oder HEV), Flugzeugs oder Schiffs.

Das Fluid ist elektrisch nichtleitend. Vorzugsweise ist das Fluid eine Flüssigkeit.

20 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 $10^8 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$, gemessen jeweils bei 25°C. Er wird gemessen gemäß DIN EN 60247:2004.

25 Die Flüssigkeit kann z.B. eine fluorierte organische Verbindung enthalten, z.B. eine vollständig fluorierte organische Verbindung oder eine teilweise fluorierte organische Verbindung, insbesondere ein teilweise oder vollständig fluoriertes Keton oder einen teilweise oder vollständig fluorierten Ether. z.B. ein vollständig fluoriertes Keton, oder einen teilweise fluorierten Ether. Der bei einem Druck von 1 Bar bestimmte Siedepunkt der

- 8 -

Verbindung kann beispielsweise im Bereich von 45 bis 150 °C, bevorzugt im Bereich von 55 °C bis 100 °C liegen.

5 Im vollständig fluorierten Keton kann an den Keto-Kohlenstoff eine siebenfach fluorierte Isopropylgruppe und eine fünffach fluorierte Ethylgruppe gebunden sein.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung des elektrisch nichtleitenden Fluids zur Kühlung eines Batteriemoduls, z.B. des erfindungsgemäßen Batteriemoduls, das als Akkumulator den Antrieb eines durch elektrischen Strom angetriebenen PKWs, Flugzeugs oder Schiffs bewirkt.

15 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.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

20 Die Erfindung wird durch die Figuren nicht beschränkt.

Figur 1 zeigt einen parallel zur Kontaktfläche von Pouchzelle und Kühlungssegment erfolgten Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Batteriemodul.

25 Figur 2 zeigt einen orthogonal zur Kontaktfläche von Pouchzelle und Kühlungssegment erfolgten Schnitt durch einen Teil des in Figur 1 gezeigten Batteriemoduls.

In Figuren 1 und 2 ist dasselbe Batteriemodul **1** gezeigt. Es umfasst ein Gefäß **2**. Das Batteriemodul **1** umfasst auch ein elektrisch nichtleitendes Fluid **3**. Die vom Batteriemodul umfassten Batteriezellen **4**, **14** sind Pouchzellen **4A**, **14A**, zwischen denen eine auf

- 9 -

eine Dichte von $1,5 \text{ g/cm}^3$ verdichtete, 2 mm starke, durch Verpressen von Graphitexpandat gebildete Graphitplatte als Kühlungssegment **5** angeordnet ist.

Das Modul weist neben den Pouchzellen **4A** und **14A** und dem Kühlungssegment **5** weitere Pouchzellen und Kühlungssegmente auf, die einen Stapel bilden. Dies ist in Figur 2 zu sehen, wobei dort nur ein Teil des Stapels gezeigt ist.

Das Fluid **3** steht in dem Gefäß **2** in Kontakt mit Oberflächen **7**, **17** der Pouchzellen **4A**, **14A** und in Kontakt mit einer Oberfläche **8** des Kühlungssegments **5**.

10

Aus den Figuren wird deutlich, dass das Kühlungssegment **5** zwei Hauptoberflächen aufweist und dass die eine Pouchzelle **4A** an einem Teil der einen Hauptfläche anliegt und die andere Pouchzelle **14A** an einem Teil der der anderen Hauptfläche anliegt.

15 Stromleitelemente **15**, **16** sind nur in Figur 1 eingezeichnet.

Bezugszeichenliste

	Batteriemodul	1
20	Gefäß	2
	elektrisch nichtleitendes Fluid	3
	Batteriezellen	4, 14
	Pouchzellen	4A, 14A
	Graphit enthaltendes Kühlungssegment	5
25	Oberflächen der Batteriezellen	7, 17
	Oberfläche des Kühlungssegments	8
	Stromleitelemente	15, 16

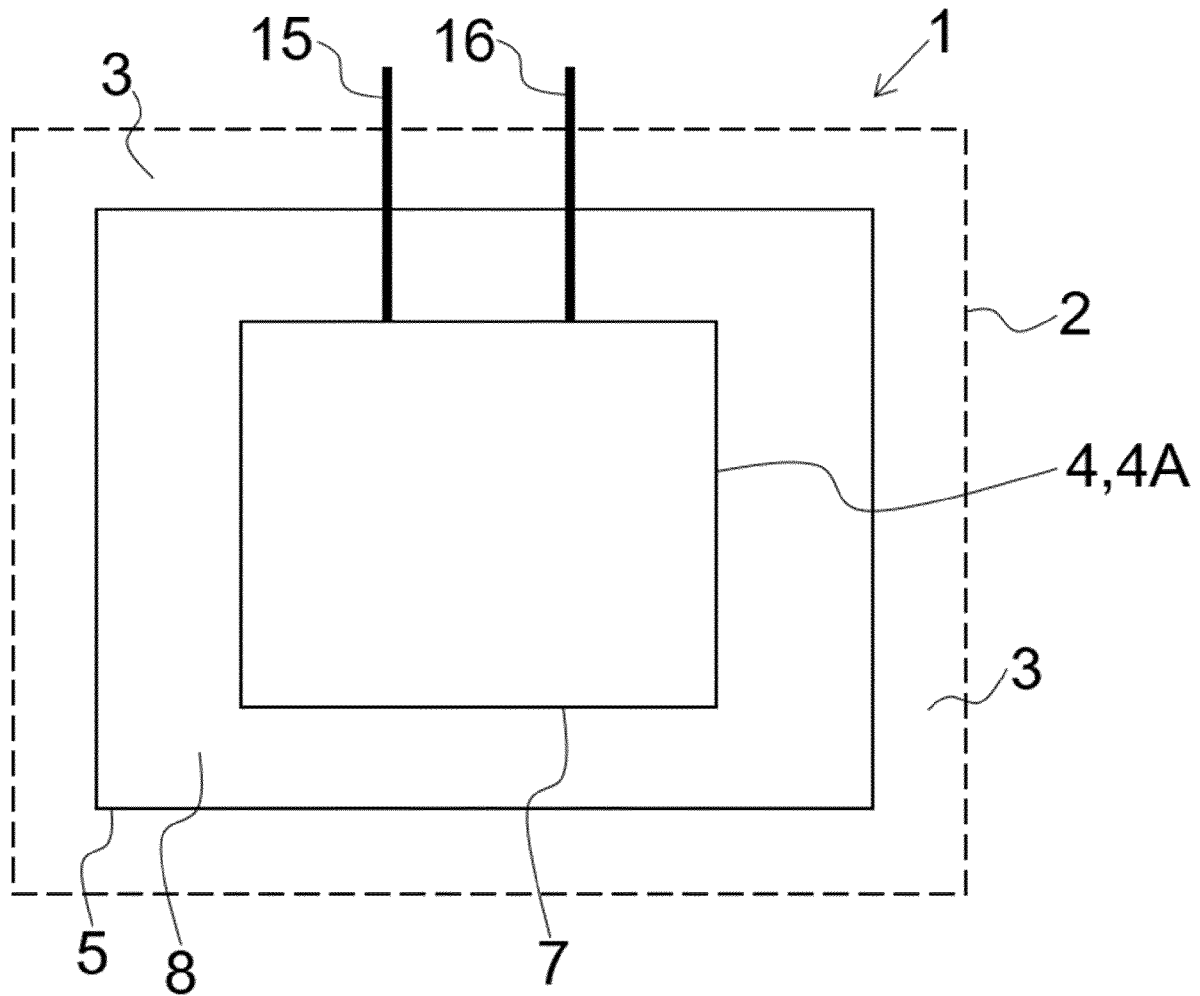
Patentansprüche

1. Batteriemodul (1) umfassend ein Gefäß (2), ein elektrisch nichtleitendes Fluid (3), mindestens zwei Batteriezellen (4,14) und mindestens ein Graphit enthaltendes Kühlungssegment (5), wobei das Kühlungssegment (5) zwischen den Batteriezellen (4, 14) angeordnet ist und das Fluid (3) in dem Gefäß (2) in Kontakt mit Oberflächen (7, 17) der Batteriezellen (4,14) und in Kontakt mit einer Oberfläche (8) des Kühlungssegments (5) steht.
2. Batteriemodul (1) nach Anspruch 1, wobei das Graphit enthaltende Kühlungssegment (5) eine Graphitfolie oder eine Graphitplatte umfasst.
3. Batteriemodul (1) nach Anspruch 1, wobei das Graphit enthaltende Kühlungssegment (5) Naturgraphit, synthetischen Graphit, expandierten Graphit oder Mischungen davon enthält.
4. Batteriemodul (1) nach Anspruch 1, wobei das Kühlungssegment (5) teilweise kompaktierten expandierten Graphit enthält.
5. Batteriemodul (1) nach Anspruch 4, wobei das Kühlungssegment in Dickenrichtung eine Rückfederung von 2 bis 6%, bezogen auf seine Ausgangsdicke aufweist.
6. Batteriemodul (1) nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Dichte des teilweise kompaktierten Graphitenthaltende Kühlungssegments im Bereich von 0,1 bis 1,6 g/cm³ liegt.
7. Batteriemodul (1) nach Anspruch 2, wobei die Graphitfolie eine Dicke von 10 µm bis 1 mm aufweist.

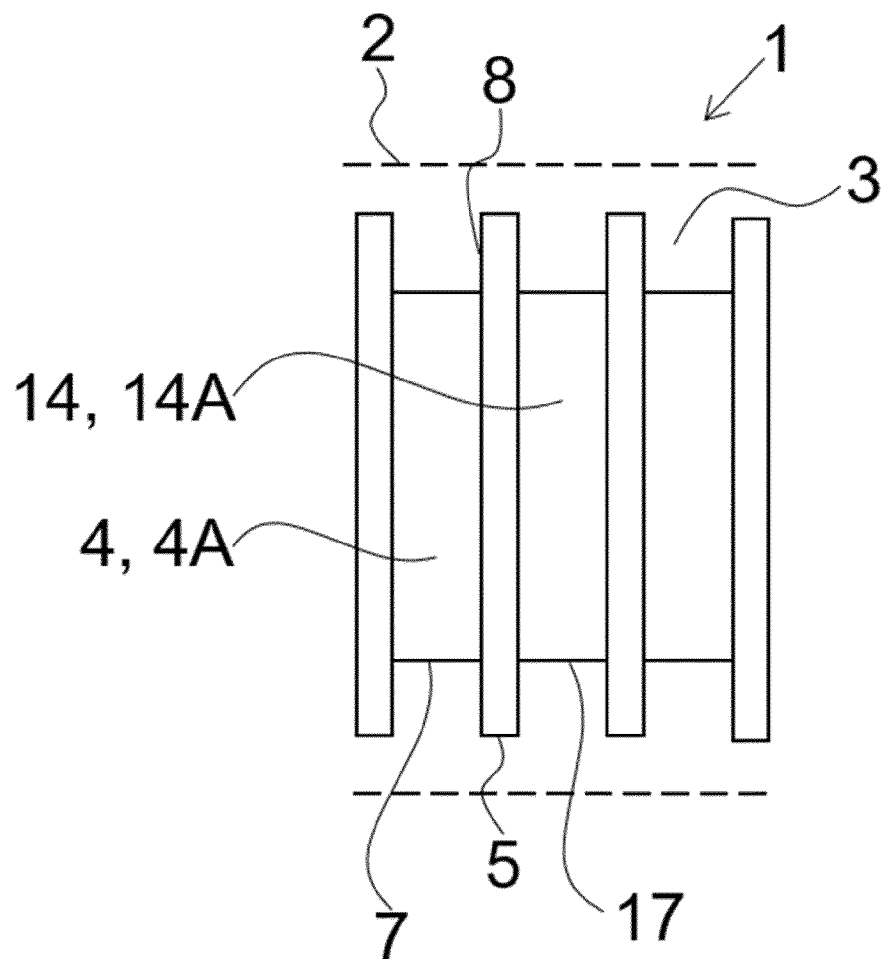
- 11 -

8. Batteriemodul (1) nach Anspruch 2, wobei die Graphitplatte eine Dicke von >1 mm bis 5 mm aufweist.
9. Batteriemodul (1) nach Anspruch 1, wobei das Kühlungssegment (5) zwei Hauptoberflächen aufweist, die eine Batteriezelle an einem Teil der einen Hauptfläche anliegt und die andere Batteriezelle an einem Teil der der anderen Hauptfläche anliegt.
10. Batteriemodul (1) nach Anspruch 1, wobei die Batteriezellen (4, 14) Pouchzellen (4A, 14A) sind.
11. Batteriemodul (1) nach Anspruch 1, wobei das elektrisch nichtleitende Fluid (3) unter teilweise oder vollständig fluorierten Ketonen und Ethern ausgewählt ist.
12. Verwendung eines Kühlungssegments (5), das teilweise kompaktierten expandierten Graphit enthält und in Dickenrichtung des Kühlungssegments eine Rückfederung von 2 bis 6%, bezogen auf seine Ausgangsdicke aufweist, zur Kompensation von Oberflächenunebenheiten einer an einer Hauptoberfläche des Kühlungssegments anliegenden Pouchzelle.
13. Verwendung nach Anspruch 12, wobei die Dichte des teilweise kompaktierten Graphit enthaltende Kühlungssegments im Bereich von 0,1 bis 1,6 g/cm³ liegt.
14. Verwendung eines elektrisch nichtleitenden Fluids (3) zur Kühlung eines Batteriemoduls (1), das als Akkumulator den Antrieb eines durch elektrischen Strom angetriebenen PKWs, Flugzeugs oder Schiffs bewirkt.
15. Verwendung des Batteriemoduls (1) nach Anspruch 1 als Akkumulator der den Antrieb eines durch elektrischen Strom angetriebenen PKWs, Flugzeugs oder Schiffs bewirkt.

Figur 1



Figur 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/067245

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 10/613(2014.01)i; **H01M 10/625**(2014.01)i; **H01M 10/647**(2014.01)i; **H01M 10/653**(2014.01)i;
H01M 10/6555(2014.01)i; **H01M 10/6557**(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

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 102008041547 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 04 March 2010 (2010-03-04) paragraphs [0011] - [0018], [0027], [0028]; figure 1	1-5,8,9,11,14,15
X	DE 102011081149 A1 (SGL CARBON SE [DE]) 21 February 2013 (2013-02-21)	1-10,14,15
Y	paragraph [0053]; claims 1-3; figure 1	13
X	DE 102010002000 A1 (SGL CARBON SE [DE]) 08 September 2011 (2011-09-08)	1-6,9,14,15
Y	paragraph [0027]; claims 2,4; figure 1	13
X	DE 212012000139 U1 (GRAFTECH INT HOLDINGS INC [US]) 28 February 2014 (2014-02-28) paragraphs [0020] - [0023], [0031]; figures 1,3	1-5,7-9,14,15
X	DE 102012207162 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 October 2013 (2013-10-31)	12
Y	paragraphs [0005], [0012] - [0014]	13

☐ 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

02 October 2019

Date of mailing of the international search report

14 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

Raimondi, Fabio

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/067245

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102008041547	A1	04 March 2010	DE	102008041547	A1	04 March 2010
				EP	2329548	A1	08 June 2011
				JP	2012501058	A	12 January 2012
				US	2011195290	A1	11 August 2011
				WO	2010023063	A1	04 March 2010
DE	102011081149	A1	21 February 2013	DE	102011081149	A1	21 February 2013
				EP	2745348	A2	25 June 2014
				WO	2013023969	A2	21 February 2013
DE	102010002000	A1	08 September 2011	BR	112012020611	A2	24 September 2019
				CA	2790036	A1	25 August 2011
				CN	102986082	A	20 March 2013
				DE	102010002000	A1	08 September 2011
				EP	2537204	A1	26 December 2012
				ES	2562834	T3	08 March 2016
				HU	E028604	T2	28 December 2016
				JP	2013519987	A	30 May 2013
				KR	20120129968	A	28 November 2012
				US	2013209858	A1	15 August 2013
				WO	2011101391	A1	25 August 2011
DE	212012000139	U1	28 February 2014	CN	203950846	U	19 November 2014
				DE	212012000139	U1	28 February 2014
				KR	20140002634	U	07 May 2014
				KR	20170000586	U	14 February 2017
				US	2014154549	A1	05 June 2014
				WO	2013025595	A1	21 February 2013
DE	102012207162	A1	31 October 2013	CN	104521023	A	15 April 2015
				DE	102012207162	A1	31 October 2013
				EP	2845242	A1	11 March 2015
				JP	6076465	B2	08 February 2017
				JP	2015520480	A	16 July 2015
				KR	20150005940	A	15 January 2015
				US	2015104693	A1	16 April 2015
				WO	2013164119	A1	07 November 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01M10/613 H01M10/625 H01M10/647 H01M10/653 H01M10/6555
H01M10/6557

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 2008 041547 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4. März 2010 (2010-03-04) Absätze [0011] - [0018], [0027], [0028]; Abbildung 1 -----	1-5,8,9, 11,14,15
X	DE 10 2011 081149 A1 (SGL CARBON SE [DE]) 21. Februar 2013 (2013-02-21)	1-10,14, 15
Y	Absatz [0053]; Ansprüche 1-3; Abbildung 1 -----	13
X	DE 10 2010 002000 A1 (SGL CARBON SE [DE]) 8. September 2011 (2011-09-08)	1-6,9, 14,15
Y	Absatz [0027]; Ansprüche 2,4; Abbildung 1 -----	13
X	DE 21 2012 000139 U1 (GRAFTECH INT HOLDINGS INC [US]) 28. Februar 2014 (2014-02-28) Absätze [0020] - [0023], [0031]; Abbildungen 1,3 -----	1-5,7-9, 14,15
	----- -/-	



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

2. Oktober 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/10/2019

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

Raimondi, Fabio

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2012 207162 A1 (BOSCH GMBH ROBERT	12
Y	[DE]) 31. Oktober 2013 (2013-10-31) Absätze [0005], [0012] - [0014] -----	13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/067245

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008041547 A1	04-03-2010	DE 102008041547 A1	04-03-2010
		EP 2329548 A1	08-06-2011
		JP 2012501058 A	12-01-2012
		US 2011195290 A1	11-08-2011
		WO 2010023063 A1	04-03-2010

DE 102011081149 A1	21-02-2013	DE 102011081149 A1	21-02-2013
		EP 2745348 A2	25-06-2014
		WO 2013023969 A2	21-02-2013

DE 102010002000 A1	08-09-2011	CA 2790036 A1	25-08-2011
		CN 102986082 A	20-03-2013
		DE 102010002000 A1	08-09-2011
		EP 2537204 A1	26-12-2012
		ES 2562834 T3	08-03-2016
		HU E028604 T2	28-12-2016
		JP 2013519987 A	30-05-2013
		KR 20120129968 A	28-11-2012
		US 2013209858 A1	15-08-2013
		WO 2011101391 A1	25-08-2011

DE 212012000139 U1	28-02-2014	CN 203950846 U	19-11-2014
		DE 212012000139 U1	28-02-2014
		KR 20140002634 U	07-05-2014
		KR 20170000586 U	14-02-2017
		US 2014154549 A1	05-06-2014
		WO 2013025595 A1	21-02-2013

DE 102012207162 A1	31-10-2013	CN 104521023 A	15-04-2015
		DE 102012207162 A1	31-10-2013
		EP 2845242 A1	11-03-2015
		JP 6076465 B2	08-02-2017
		JP 2015520480 A	16-07-2015
		KR 20150005940 A	15-01-2015
		US 2015104693 A1	16-04-2015
		WO 2013164119 A1	07-11-2013
