

(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
12. April 2018 (12.04.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/065516 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 10/625 (2014.01) F28F 21/04 (2006.01)
H01M 10/653 (2014.01) F28F 21/06 (2006.01)
H01M 10/6556 (2014.01) F28F 21/08 (2006.01)
H01M 10/6551 (2014.01) H01M 10/052 (2010.01)
H01M 10/6554 (2014.01) H01M 10/04 (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01)

05. Oktober 2016 (05.10.2016) DE

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/075341

(22) Internationales Anmeldedatum:
05. Oktober 2017 (05.10.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 118 864.6

(71) Anmelder: **JOHNSON CONTROLS ADVANCED POWER SOLUTIONS GMBH** [DE/DE]; Am Leineufer 51, 30419 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **EHRlich, Bernhard**; Kiebitz Str. 9B, 31535 Neustadt am Rübenberge (DE). **JOSWIG, Ralf**; Ahornring 22, 29690 Buchholz (DE). **BRENNER, Helge**; Stollenweg 22, 30453 Hannover (DE). **KUPER, Christian**; Otto-Peschau-Str. 14, 30890 Barsinghausen (DE).

(74) Anwalt: **TRINKS, Ole**; MEISSNER BOLTE PATENT-ANWÄLTE RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB, Widenmayerstr. 47, 80538 München (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,

(54) Title: ENERGY STORAGE MODULE COMPRISING A TEMPERATURE MANAGEMENT SYSTEM, AND ENERGY STORAGE SYSTEM

(54) Bezeichnung: ENERGIESPEICHERMODUL MIT EINEM TEMPERATURMANAGEMENT-SYSTEM UND EIN ENERGIESPEICHERSYSTEM

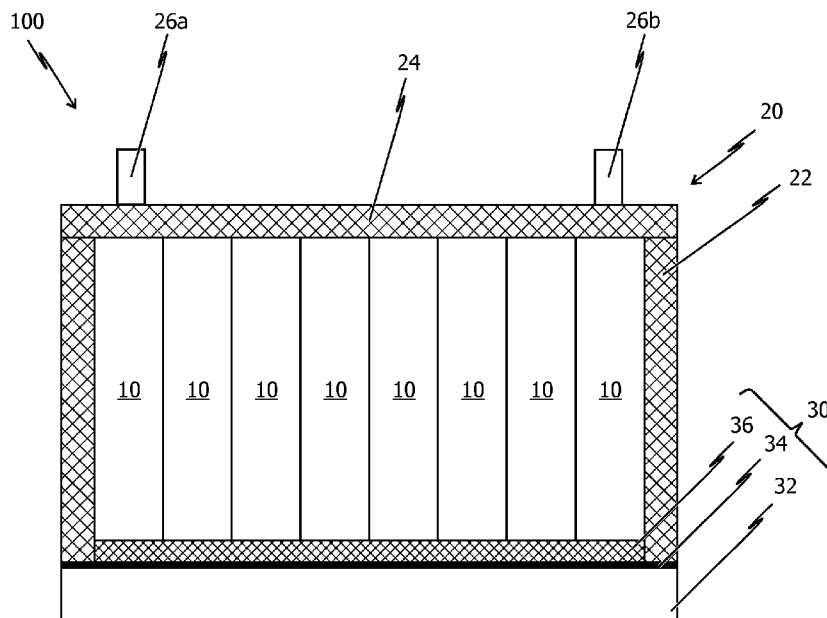


FIG. 2

(57) Abstract: Disclosed is an energy storage module (100) for use in a vehicle (200), in particular in a hybrid vehicle, said energy storage module (100) comprising a plurality of energy storage cells (10) and a temperature management system (30) for the associated energy storage cells (10), the temperature management system (30) being associated with at least some, preferably all energy storage cells (10). The temperature management system (30) has a heat exchanger (32) and a heat conducting element (36); furthermore, a reinforcement layer (34), which has a higher modulus of elasticity than the heat exchanger (32), is provided between the heat exchanger (32) and the heat conducting element (36).

(57) Zusammenfassung: Energiespeichermodul (100) zum Einsatz in einem Fahrzeug (200), insbesondere zum Einsatz in einem Hy-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

brid-Fahrzeug, wobei das Energiespeichermodul (100) eine Vielzahl von Energiespeicherzellen (10) und ein zumindest einigen, bevorzugt allen, Energiespeicherzellen (10) zugeordnetes Temperaturmanagement-System (30) der entsprechenden Energiespeicherzellen (10) aufweist. Das Temperaturmanagement-System (30) weist einen Wärmeübertrager (32) und ein Wärmeleitelement (36) auf, wobei zwischen der Wärmeübertrager (32) und dem Wärmeleitelement (36) eine Verstärkungsschicht (34) vorgesehen ist, wobei die Verstärkungsschicht (34) einen höheren Elastizitätsmodul aufweist als der Wärmeübertrager (32).

ENERGIESPEICHERMODUL MIT EINEM TEMPERATURMANAGEMENT-SYSTEM
UND EIN ENERGIESPEICHERSYSTEM

Beschreibung

Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Energiespeichermodul mit einem Temperaturmanagement-System und ein Energiespeichersystem mit einem solchen Energiespeichermodul.

- 5 Energiespeichermodule und/oder Energiespeichersysteme sind üblicherweise mit einem Temperaturmanagement-System des Energiespeichermoduls bzw. des Energiespeichersystems ausgestattet. Das Temperaturmanagement-System weist herkömmlicherweise ein Wärmeleitelement und einen Wärmeübertrager auf, wobei das Wärmeleitelement direkt auf dem Wärmeübertrager angeordnet ist, und
10 zwar in Richtung eines Innenraums des Energiespeichermoduls bzw. des Energiespeichersystems.

- Das Temperaturmanagement-System des Energiespeichermoduls bzw. des Energiespeichersystems ist dazu vorgesehen, die Temperatur von einer Vielzahl von
15 Energiespeicherzellen in einem vorab festgelegten oder festlegbaren Temperaturbereich zu halten. Dazu kann beispielsweise eine während des Betriebs der Vielzahl von Energiespeicherzellen entstehende Wärme aus dem Energiespeichermodul bzw. dem Energiespeichersystem abgeführt werden. Genauso gut kann auch Wärme zu den Energiespeicherzellen zugeführt werden.

20

Dazu steht das Wärmeleitelement auf einer Seite mit zumindest einigen Energiespeicherzellen in Kontakt und auf der anderen Seite mit dem Wärmeübertrager. Wenn sich nun der Wärmeübertrager beispielsweise durch Temperaturdifferenzen

bzw. Temperaturänderungen in verschiedenen Bereichen unterschiedlich ausdehnt bzw. zusammenzieht, oder gar verbiegt, kann es dazu kommen, dass ein Kontakt zwischen dem Wärmeleitelement und den Energiespeicherzellen und/oder ein Kontakt zwischen dem Wärmeleitelement und dem Wärmeübertrager beeinträchtigt wird oder sich das Wärmeleitelement sogar von den Energiespeicherzellen und/oder dem Wärmeübertrager löst. Dies kann ebenso durch äußere mechanische Einwirkungen, wie beispielsweise mechanischer Schock, Vibrationen und dergleichen, verursacht werden.

- 10 Dadurch wird zum einen die Fähigkeit des Temperaturmanagement-Systems herabgesetzt, da aufgrund von unzureichender Kontaktierung des Wärmeleitelements die Wärme nicht mehr, oder nur noch teilweise aus dem bzw. in das Energiespeichermodul bzw. aus dem bzw. in das Energiespeichersystem geleitet werden kann, wodurch im ersten Fall eine Temperaturerhöhung der Energiespeicherzellen und im zweiten Fall eine Erhöhung der Zeitdauer für eine Erwärmung der Energiespeicherzellen – und damit eine Reduzierung des Funktionsspektrums des Energiespeichersystems – bewirkt wird.

20 Gewöhnlich werden herkömmliche Wärmeleitelemente aus elastoplastischen Materialien als Trägersubstanz des Wärmeleitelements hergestellt, wobei die Trägersubstanz alleine eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist. Aus diesem Grund wird der Trägersubstanz meist ein Zusatzstoff beigemischt. Der Zusatzstoff weist in vielen Fällen keramische Partikel auf. Derartige Partikel können sich beispielsweise durch Fahrzeugbewegungen verursachte Vibrationen und/oder Stöße relativ zueinander und/oder relativ zu der Trägersubstanz bewegen, was zu einer Schwächung der Trägersubstanz durch abrasiven Verschleiß führen kann. Dies wiederum reduziert die mechanischen Spannungsfestigkeiten des Wärmeleitelements. Dadurch wird eine Schädigung des Materials ermöglicht, insbesondere können sich Risse in dem Wärmeleitelement bilden. Durch diesen Effekt können beispielsweise auch eine oder mehrere Energiespeicherzellen das Wärmeleitelement durchdringen und so den Wärmeübertrager kontaktieren, was zu einem Kurzschluss oder zumindest einer Selbstentladung der Energiespeicherzellen führen kann.

- 35 Auch kann ein Verspröden des Wärmeleitelements durch eine Diffusion von Weichmachern aus der Trägersubstanz des Wärmeleitelements verursacht werden, was zu einer zunehmenden Rissbildung des Wärmeleitelements führen kann.

Dadurch werden die elastischen Eigenschaften des Wärmeleitelements herabgesetzt, was zu einer zunehmenden Verschlechterung der mechanischen und funktionellen Eigenschaften des Wärmeleitelements führen kann.

- 5 Beispielsweise in einem Fall, dass die Menge an Material des Wärmeleitelements zwischen Oberflächen des Wärmeübertragers und der Energiespeicherzelle(n) geringer wird, bleiben der elektrische Widerstand und der thermische Widerstand zwischen diesen Oberflächen gering, solange die Oberflächen des Wärmeübertragers und/oder der Energiespeicherzelle(n) das Wärmeleitelement weiterhin kontaktieren. Wenn aber Luft die geringer werdende Menge an Material des Wärmeleitelements ersetzt, z. B. bei einer zumindest bereichsweisen Ablösung des Wärmeleitelements von der Oberfläche des Wärmeübertragers und/oder der Energiespeicherzelle(n), und somit eine unzureichende Kontaktierung zwischen dem Wärmeleitelement und der Oberfläche des Wärmeübertragers und/oder der Energiespeicherzelle(n) entsteht, steigt sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand an.

- Zum anderen kann ein Kurzschluss verursacht werden, und zwar wenn mehr als ein potentialführendes Zellengehäuse mit dem Wärmeübertrager in Kontakt kommt, bzw. wenn der Wärmeübertrager ein anderes elektrisches Potential hat als die kontaktierende(n) Energiespeicherzelle(n). In einem weniger extremen Fall können die Energiespeicherzellen selbstentladen werden, wenn der Kontakt zu dem Wärmeleitelement einen geringen elektrischen Widerstand hat.

- 25 Obwohl nicht im Einzelnen geklärt, ist anzunehmen, dass einige der oben aufgeführten Probleme ursächlich für die Überhitzung der Lithium-Ionen-Batterien waren, welche in dem Flugzeugtyp Boeing 787 2012/2013 eingesetzt wurden.

- 30 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes und robustes Energiespeichermodule und/oder Energiespeichersystem bereitzustellen, welches die Nachteile des Standes der Technik nicht aufweist und zudem einfach und kostengünstig herzustellen ist.

- 35 Im Hinblick auf das Energiespeichermodule wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Demnach wird erfindungsgemäß ein Energiespeichermodul zum Einsatz in einem Fahrzeug, insbesondere zum Einsatz in einem Hybrid-Fahrzeug angegeben. Das Energiespeichermodul weist hierbei eine Vielzahl von Energiespeicherzellen und
5 ein zumindest einigen, bevorzugt allen, Energiespeicherzellen zugeordnetes Temperaturmanagement-System auf. Das Temperaturmanagement-System weist wiederum einen Wärmeübertrager und ein Wärmeleitelement auf, wobei zwischen dem Wärmeübertrager und dem Wärmeleitelement eine Verstärkungsschicht vorgesehen ist, bzw. angeordnet ist, wobei die Verstärkungsschicht einen höheren
10 Elastizitätsmodul aufweist als der Wärmeübertrager.

Die Vorteile der Erfindung liegen auf der Hand. Durch das Vorsehen eines erfindungsgemäßen Temperaturmanagement-Systems können die bekannten Probleme gelöst werden. So führt eine Verstärkungsschicht zwischen dem Wärmeleitelement
15 und dem Wärmeübertrager zu einer höheren mechanischen- und thermischen Stabilität der Oberfläche des Wärmeübertragers bei nahezu gleichbleibenden elastischen Eigenschaften des Temperaturmanagement-Systems, insbesondere des Wärmeübertragers mit der Verstärkungsschicht.

Des Weiteren wird auch die Wärmeleitfähigkeit des Temperaturmanagement-Systems, insbesondere durch eine geeignete Wahl der Verstärkungsschicht, nicht beeinträchtigt, wodurch weiterhin Wärme aus dem Energiespeichermodul abgeführt
20 bzw. Wärme in das Energiespeichermodul zugeführt werden kann.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, bei unveränderten funktionellen Systemanforderungen, die Dicke des Wärmeleitelements um den Funktionsanteil zur elektrischen Isolation zu reduzieren, welcher durch das Vorsehen der Verstärkungsschicht bereits erfüllt wird. Dies bietet die Möglichkeit, die Dicke des Wärmeleitelements auf die erforderliche Funktion der Wärmeleitung und der Kompensation
25 von äußeren mechanischen Einwirkungen, wie beispielsweise mechanischem Schock, Vibrationen und dergleichen zu beschränken. Damit kann (unter Umständen) ein geringerer Wärmewiderstand des Wärmeleitelements bewirkt werden. Dadurch wird ein größerer Wärmestrom zwischen den Energiespeicherzellen und dem Wärmeübertrager ermöglicht, und zwar ohne den vorab festgelegten
30 bzw. vorab festlegbaren Temperaturbereich zu verlassen, was wiederum zum einen höheren elektrischen Strom des Energiespeichersystems ermöglicht, und zum anderen, sofern eine Erwärmung durch externe Wärmequellen erforderlich

ist, einen höheren Wärmestrom in das Energiespeichersystem zulässt. Dies bedeutet eine Steigerung des Anwendungsspektrums des Energiespeichersystems.

Bei herkömmlichen Wärmeleitelementen kann zudem das Problem auftreten, dass durch hydrophile Materialeigenschaften des Wärmeleitelements, dessen elektrische Leitfähigkeit durch Aufnahme von kondensiertem Wasser erhöht werden kann, wobei die Kondensation beispielsweise innerhalb des Energiespeichersystems stattfinden kann.

Außerdem könnte sich Wasserdampf – sogar in sehr kleinen Oberflächen-Rauigkeitsstrukturen zwischen den Oberflächen des herkömmlichen Wärmeleitelements und den Oberflächen der Energiespeicherzellen bzw. des Wärmeübertragers – parallel zu diesen Oberflächen bewegen und an Stellen, an denen die Temperatur der Oberfläche geringer ist als die Temperatur des Wasserdampfes, kondensieren. Dadurch kann ebenfalls die elektrische Leitfähigkeit zwischen den Energiespeicherzellen und dem Wärmeübertrager erhöht werden. Zudem kann das entstandene Kondensat negative Effekte auf den Oberflächen der Energiespeicherzellen bzw. dem Wärmeübertrager sowie auf den Oberflächen des Wärmeleitelements bewirken.

Diese Probleme werden mit der erfindungsgemäßen Verstärkungsschicht gelöst, welche auf einer Oberfläche des Wärmeübertragers angeordnet ist, und zwar zwischen dem Wärmeübertrager und dem Wärmeleitelement, da die Verstärkungsschicht zum einen die Funktion der elektrischen Isolation zumindest zum Teil, insbesondere zum größten Teil bzw. vollständig, übernimmt, und weil zwischen die Verstärkungsschicht und den Wärmeübertrager keine Feuchtigkeit – wie beispielsweise das kondensierte Wasser – gelangen kann.

Dadurch dass zwischen den Energiespeicherzellen, dem Wärmeleitelement und dem Wärmeübertrager mit der Verstärkungsschicht bevorzugt jeweils eine Flächenpressung ausgebildet ist, welche unter anderem von E-Modul, Dicke und Fläche des Wärmeleitelements und einer Kraft, welche durch die Oberfläche(n) der Energiespeicherzelle(n) auf das Wärmeleitelement wirkt und von dem Wärmeübertrager aufgenommen wird, abhängen kann, wird eine durchgehende, sichere Kontaktierung bereitgestellt. Die Verstärkungsschicht ist darüber hinaus derart ausgebildet, elektrisch zu isolieren und durch die hohe mechanische Widerstandskraft der Verstärkungsschicht ein Durchdringen leitender Elemente, insbesondere

einen direkten Kontakt zwischen den Energiespeicherzellen und dem Wärmeübertrager, zu verhindern.

Darüber hinaus soll die Verstärkungsschicht bevorzugt möglichst hart, d. h. zu-
mindest im Wesentlichen unverformbar, sein. Dennoch können die elastischen Ei-
genschaften des Temperaturmanagement-Systems, insbesondere des Wärmeüber-
tragers mit der Verstärkungsschicht, nahezu gleichbleibend aufrechterhalten wer-
den, und zwar bei gleichzeitig hoher Oberflächenhärte des Wärmeübertragers mit
der Verstärkungsschicht.

Insbesondere kann dadurch eine Biegung des Wärmeübertragers und dadurch ein
Ablösen des Wärmeleitelements von der Vielzahl von Energiespeicherzellen auf
der einen Seite und von dem Wärmeübertrager auf der anderen Seite reduziert
werden. Dadurch wird auch die Gefahr eines Kurzschlusses von einzelnen Ener-
giespeicherzellen im Energiespeichermodul verringert.

Somit wird durch das Vorsehen einer solchen Verstärkungsschicht die Sicherheit
des gesamten Energiespeichersystems verbessert, und zwar dadurch, dass selbst
in einem Fall, in welchem mindestens eine Energiespeicherzelle das Wärmeleitele-
ment beispielsweise aufgrund von über einen längeren Zeitraum anhaltenden äu-
ßeren mechanischen Kräften durchdringt, zum einen eine elektrische Isolation ge-
währleistet wird, während jedoch weiterhin ein Wärmestrom von den bzw. zu den
Energiespeicherzellen aufrechterhalten wird. Dadurch kann kein zusätzlicher
elektrischer Strom zwischen zwei, das Wärmeleitelement durchdringenden Ener-
giespeicherzellen fließen, was vor einer irreversiblen Schädigung der Energiespei-
cherzellen, sowie von benachbarten Energiespeicherzellen und des Energiespei-
chersystems durch Überhitzung der Energiespeicherzellen bzw. des Energiespei-
chersystems schützt.

Darüber hinaus ist es durch das Vorsehen der Verstärkungsschicht möglich, das
Wärmeleitelement dünn auszubilden, da die Verstärkungsschicht unter anderem
die Funktion der elektrischen Isolation zumindest zum Teil übernimmt, vorzugs-
weise zum größten Teil bzw. vollständig übernimmt. Dies geht dabei vorteilhafter-
weise mit einer Absenkung des Wärmewiderstands einher, welcher unter anderem
von der Dicke, und den thermischen Eigenschaften der mit einem Wärmestrom zu
durchlaufenden Elemente abhängt. Ein geringerer Wärmewiderstand ermöglicht

wiederum einen höheren Wärmestrom von den bzw. zu den Energiespeicherzellen. Dies ermöglicht abermals, dass höhere elektrische Ströme von dem Energiespeichersystem abgegeben, bzw. dem Energiespeichersystem zugeführt werden können.

5

Ein Verringern der Dicke des Wärmeleitelements wiederum geht vorteilhafterweise mit einer Verringerung des gesamten Bauraums des Energiespeichersystems einher. Darüber hinaus stellt die Aufteilung der Funktion der elektrischen Isolation auf das Wärmeleitelement und die Verstärkungsschicht eine Erhöhung der Sicherheit dar, da im Falle dass beispielsweise das Wärmeleitelement von einer oder mehreren Energiespeicherzellen durchbrochen wird, die Funktion der elektrischen Isolation weiterhin von der Verstärkungsschicht übernommen wird. Auch muss dazu kein weiteres (zusätzliches) Element vorgesehen werden, wodurch die Gesamtanzahl an Elementen in dem Energiespeichersystem vorteilhafterweise gering gehalten werden kann.

10

15

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann die Verstärkungsschicht stoffschlüssig mit dem Wärmeübertrager verbunden sein. Der verbesserte Übergang zwischen der Verstärkungsschicht und dem Wärmeübertrager geht dabei mit einer verbesserten Wärmeleitung einher.

20

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann die Verstärkungsschicht aus einer Keramik oder einer keramischen Substanz gebildet sein, insbesondere aus einer Oxidkeramik. Das Vorsehen einer Verstärkungsschicht aus einer Keramik oder einer keramischen Substanz liefert den Vorteil, dass die Stabilität der Oberfläche des Wärmeübertragers verbessert wird, da Keramik über hohe mechanische Eigenschaften verfügt, die einen großen Widerstand gegen Deformationen von Oberflächenstrukturen bewirken.

25

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann die Verstärkungsschicht zumindest bereichsweise, insbesondere vollständig, eine Aluminiumoxid (Al_2O_3)-Schicht sein. Eine solche Aluminiumoxid-Schicht geht mit einer einfachen Fertigung einher, sowie mit guten Eigenschaften, und zwar mit hohen mechanischen Eigenschaften, sowie einer guten Wärmeleitfähigkeit und hohem elektrischen Widerstand. Dadurch erhöht sich vorteilhafterweise die mechanische Stabilität des Wärmeübertragers und gleichzeitig kann auch eine Kurzschluss-Gefahr der Energiespeicherzellen gesenkt werden.

30

35

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann der Wärmeübertrager aus einem oxidierbaren Metall, insbesondere aus Aluminium und/oder einer Aluminiumlegierung gebildet sein. Dies verbessert vorteilhafterweise die Wärmeleitfähigkeit des Temperaturmanagement-Systems des Energiespeichermoduls. Gleichzeitig kann die Verstärkungsschicht vorteilhafterweise stabil mit dem Wärmeübertrager verbunden werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann der Wärmeübertrager Strömungskanäle und/oder geometrische Strukturen, insbesondere Lamellen, zur Vergrößerung einer äußeren und/oder inneren Oberfläche des Wärmeübertragers aufweisen, wobei durch die Strömungskanäle ein Fluid fließt, insbesondere Gas, Gasgemisch, Gas-Flüssigkeitsgemisch, Wasser oder eine Wasser-Glykol-Mischung. Dadurch verbessert sich vorteilhafterweise die Wärmeabfuhr bzw. die Wärmezufuhr von den bzw. zu den Energiespeicherzellen. Insbesondere kann dann, wenn während eines Betriebs des Energiespeichermoduls Wärme in den Energiespeicherzellen entsteht, die Wärme einfach aus dem Energiespeichermodul abgeführt werden. Es ist gegebenenfalls auch denkbar, bei tiefen Außentemperaturen Wärme dem Energiespeichermodul zuzuführen, um eine optimale Betriebstemperatur, insbesondere einen optimalen Temperaturbereich, zu gewährleisten.

Es ist allerdings genauso gut denkbar, Latentwärmespeicherstoffe, wie zum Beispiel Zeolithe, anstelle des Fluids vorzusehen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das Wärmeleitelement aus einem Silikon oder einem Silikon-basierten Material gebildet sein. Dies liefert den Vorteil, dass eine gute Kontaktierung zwischen dem Wärmeleitelement und der Vielzahl von Energiespeicherzellen auf der einen Seite und der Verstärkungsschicht auf der anderen Seite ausgebildet wird. Durch die Elastizität des Silikons bzw. des Silikon-basierten Materials können darüber hinaus Toleranzschwankungen und/oder Längenänderungen der Energiespeicherzellen ausgeglichen werden. Dies führt zu einer zuverlässigeren Wärmeleitung aus bzw. in das Energiespeichermodul.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das Wärmeleitelement aus einem Thermoplast-basierten Material gebildet sein. Auch hier kann über die Elasti-

zität des Thermoplast-basierten Materials ein guter Kontakt zwischen dem Wärmeleitelement und den Zellen bzw. dem Wärmeleitelement und der Verstärkungsschicht ausgebildet werden, wodurch wiederum die Wärmeleitfähigkeit aus dem bzw. in das Energiespeichermodule verbessert wird. Zudem sind Thermoplast-basierte Materialien einfach zu verarbeiten, was die Fertigungskosten vorteilhafterweise senken kann.

Es ist aber genauso gut denkbar, dass das Wärmeleitelement eine oder mehrere Lackschicht(en) aufweist, bzw. aus einer oder mehreren Lackschicht(en) besteht, wobei die Lackschicht(en) vorzugsweise gute thermische Eigenschaften, insbesondere eine hohe thermische Leitfähigkeit, aufweisen. Des Weiteren können auch die äußeren Oberflächen des Wärmeübertragers mit der Verstärkungsschicht und/oder die äußeren Oberflächen der Energiespeicherzellen eine oder mehrere Lackschicht(en) aufweisen. Dadurch kann vorteilhafterweise die Dicke des Wärmeleitelements verringert werden, und somit der thermische Widerstand zwischen den Energiespeicherzellen und dem Wärmeübertrager, welcher unter anderem von der Dicke der zu durchlaufenden Elemente abhängt, verringert werden. Auch kann eine Lackschicht vorteilhafterweise einfach hergestellt und aufgetragen werden, was mit einer Reduzierung der Fertigungs- und Montagekosten einhergeht.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das Wärmeleitelement als Wärmeleitpaste oder als Wärmeleitpad ausgebildet sein.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das Energiespeichermodule ein Gehäuse zum Aufnehmen der Vielzahl von Energiespeicherzellen in einem Innenraum des Gehäuses aufweisen, wobei das Gehäuse eine Oberseite, eine Unterseite und eine die Oberseite und die Unterseite verbindende Vielzahl von Seitenwandelementen aufweist, wobei die Seitenwandelemente umlaufend derart miteinander verbunden sind, dass die Seitenwandelemente den Innenraum begrenzen und wobei die Unterseite und die Oberseite zumindest bereichsweise, insbesondere vollständig, offen ausgebildet sind. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass der Innenraum des Gehäuses von zwei Seiten zugänglich ist. Dadurch kann der Zusammenbau eines solchen Energiespeichermoduls vereinfacht werden. Zudem wird auch eine Wartung oder ein Austauschen einzelner Komponenten des Energiespeichersystems, wie beispielsweise von einzelnen Energiespeicherzellen, erleichtert.

Auch ist es durchaus denkbar, dass der Innenraum des Gehäuses zumindest an der Oberseite bereits vollständig begrenzt, d. h. geschlossen, ist. Ein vollständig begrenzter Innenraum ermöglicht es vorteilhafterweise, Stoffströme zu definieren bzw. zu kontrollieren. Daraus ergibt sich zum einen, dass ein Ein- und/oder Aus-
5 treten von Feuchtigkeit nur definiert über entsprechende Bauelemente (beispielsweise Durchführungseinheit, Entfeuchtungseinheit, Ventil etc.) zugelassen wird, zum anderen wird ein definiertes Austreten von Stoffen, welche aus dem Zellinnenraum in den Innenraum des Moduls gelangt sind, an die Umgebung (Venting) ermöglicht.

10 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das Gehäuse mit dem Temperaturmanagement-System verbindbar oder verbunden sein, insbesondere über die Verstärkungsschicht mit dem Wärmeübertrager verbindbar oder verbunden sein, und zwar derart, dass die Unterseite des Gehäuses mit Hilfe des Temperaturmanagement-Systems verschlossen wird. Dadurch können vorteilhafterweise ver-
15 schiedene Funktionen in ein Element integriert werden, was die Gesamtzahl an Komponenten vorteilhafterweise reduziert.

20 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann die Oberseite des Gehäuses derart ausgebildet sein, um mit Hilfe eines Deckelelements verschlossen zu werden, wobei das Deckelelement bevorzugt einen positiven Anschlusspol und einen negativen Anschlusspol aufweist. Dadurch kann vorteilhafterweise ein Einführen von Energiespeicherzellen bzw. ein Austauschen von Energiespeicherzellen erleichtert werden, da diese von oben zugänglich sind.

25 In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass auch bei einem verschlossenen Gehäuse ein definierter Stofftransport, d. h. ein Transport von definierten Stoffen bei definierten Bedingungen, in den Innenraum des Gehäuses, bzw. aus dem Innenraum des Gehäuses ermöglicht ist.

30 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung können die Energiespeicherzellen Lithium-Ionen-Zellen sein, wobei die Energiespeicherzellen vorzugsweise als Lithium-Ionen-Pouch-Zellen ausgebildet sind.

35 Es ist allerdings genauso gut vorstellbar, die Energiespeicherzellen aus den Folgenden auszuwählen: Rundzellen, prismatische Energiespeicherzellen aus gefalteten Elektroden und/oder prismatische Energiespeicherzellen aus gestapelten

Elektroden, wobei prismatische Energiespeicherzellen aus gestapelten Elektroden in diesem Zusammenhang die beste Performance aufweisen.

5 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung können die Energiespeicherzellen als Jelly-Rolls ausgebildet sein. Dadurch kann der Platzverbrauch vorteilhafterweise reduziert werden, und zwar ohne die Leistung bzw. Kapazität zu reduzieren.

10 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das Energiespeichermodule ferner einen Elektronik-Träger aufweisen, welcher dazu ausgebildet ist, eine Vielzahl von elektronischen Einrichtungen, wie z.B. eine Vielzahl von Sensoren, mindestens einen Prozessor und/oder mindestens eine Speichereinrichtung, aufzunehmen. Dadurch lassen sich elektronische Einrichtungen einfach innerhalb des Energiespeichermoduls anordnen, und zwar ohne einen unnötig hohen Verkabelungsaufwand zu verursachen. Das kann zum einen die Produktion und das Zusammen-
15 bauen des Energiespeichermoduls vereinfachen und kann zudem noch die Kosten senken.

20 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das Energiespeichermodule eine oder mehrere Sammelschiene(n) zum elektrischen Verbinden der Vielzahl von Energiespeicherzellen aufweisen.

25 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann das Energiespeichermodule ferner eine Messleitung zum Abgreifen von Strom- und/oder Spannungswerten einzelner, mehrerer und/oder aller Energiespeicherzellen aufweisen. Dadurch kann vorteilhafterweise die Funktionsfähigkeit des Energiespeichermoduls bzw. einzelner Energiespeicherzellen überwacht werden.

30 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann ein Energiespeichersystem angegeben sein, welches mindestens ein oben beschriebenes Energiespeichermodule und ein Systemgehäuse zum Aufnehmen des mindestens einen Energiespeichermoduls aufweist. Das Energiespeichermodule weist dabei ein Temperaturmanagement-System auf, welches einen Wärmeübertrager und ein Wärmeleitelement aufweist. Zwischen dem Wärmeübertrager und dem Wärmeleitelement ist eine Verstärkungsschicht vorgesehen, wobei die Verstärkungsschicht einen höheren Elastizitätsmodul aufweist als der Wärmeübertrager.
35

Durch das Vorsehen eines erfindungsgemäßen Temperaturmanagement-Systems können die bekannten Probleme gelöst werden. So führt eine Verstärkungsschicht zwischen dem Wärmeleitelement und dem Wärmeübertrager zu einer höheren mechanischen und thermischen Stabilität der Oberfläche des Wärmeübertragers.

5 Dadurch dass zwischen den Energiespeicherzellen, dem Wärmeleitelement und dem Wärmeübertrager mit der Verstärkungsschicht jeweils eine Flächenpressung ausgebildet ist, welche unter anderem von dem E-Modul, der Dicke und der Fläche des Wärmeleitelements und einer Kraft, welche durch Oberflächen der Energiespeicherzellen auf das Wärmeleitelement wirkt und von dem Wärmeübertrager
10 aufgenommen wird, abhängen kann, wird eine durchgehende, sichere Kontaktierung bereitgestellt. Die Verstärkungsschicht ist darüber hinaus derart ausgebildet, elektrisch zu isolieren und durch deren hohe mechanische Widerstandskraft ein Durchdringen leitender Teile, insbesondere einen direkten Kontakt zwischen den Energiespeicherzellen und dem Wärmeübertrager, zu verhindern.

15 Des Weiteren wird auch die Wärmeleitfähigkeit des Temperaturmanagement-Systems, insbesondere durch eine geeignete Wahl der Verstärkungsschicht, nicht beeinträchtigt, wodurch weiterhin Wärme aus dem Energiespeichermodule abgeführt bzw. Wärme in das Energiespeichermodule zugeführt werden kann.

20 Darüber hinaus soll die Verstärkungsschicht bevorzugt möglichst hart, d. h. zumindest im Wesentlichen unverformbar, sein. Dennoch können die elastischen Eigenschaften des Temperaturmanagement-Systems, insbesondere des Wärmeübertragers mit der Verstärkungsschicht, nahezu gleichbleibend aufrechterhalten werden, und zwar bei gleichzeitig hoher Oberflächenhärte des Wärmeübertragers mit der Verstärkungsschicht.
25

Die Erfindung wird nachstehend, auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile, anhand der Beschreibung von Ausführungsformen unter Bezugnahme auf
30 die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Diese zeigen in:

FIG. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs; und

35 FIG. 2 eine schematische Darstellung eines Energiespeichersystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Energiespeichersystem unter Bezugnahme auf die Darstellungen in den Figuren genauer beschrieben. Gleiche oder gleichwirkende Elemente und Funktionen sind mit denselben oder ähnlichen Bezugszeichen versehen.

Energiespeichersysteme, welche auf Lithium-Ionen-Technologien basieren, eignen sich insbesondere zum Einsatz in Fahrzeugen 200. Des Weiteren kann ein solches Energiespeichersystem ebenfalls überall dort eingesetzt werden, wo Energiespeichersysteme mit einer relativ hohen Leistungsdichte und/oder mit einer relativ hohen Energiedichte gefordert sind. Derartige Energiespeichersysteme weisen zu-

Im Folgenden wird das Energiespeichersystem derart beschrieben, dass relative Begriffe auf den Einbau-Zustand des Energiespeichersystems bezogen sind. So bedeutet beispielsweise „in einem oberen Bereich“ in einem im eingebauten Zustand gesehenen oberen Bereich, „in einem seitlichen Bereich“ in einem im eingebauten Zustand und in Fahrtrichtung gesehenen Bereich, der sich in einem vorderen, hinteren, linken oder rechten Bereich befindet, und „in einem unteren Bereich“ in einem im eingebauten Zustand gesehenen unteren Bereich.

FIG. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs 200. Das Energiespeichersystem kann hierbei in einem in Fahrtrichtung vorderen Bereich des Fahrzeugs 200, in einem hinteren Bereich des Fahrzeugs 200 und/oder in einem Bereich unterhalb der Sitze, insbesondere unterhalb des Fahrersitzes angeordnet sein.

Das Fahrzeug 200 kann ein Luft- oder Wasserfahrzeug, ein spurgeführtes Fahrzeug, ein Geländefahrzeug, oder bevorzugt ein Straßenfahrzeug sein, wobei unter Straßenfahrzeug ein Personenkraftwagen, ein Lastkraftwagen, ein Bus oder ein Wohnmobil verstanden werden kann. Es ist allerdings genauso gut denkbar, dass das Fahrzeug 200 auch als jedwede Baumaschine, E-Roller, E-Fahrrad, Rasenmäher, Rollstuhl oder dergleichen ausgebildet sein kann.

Das Fahrzeug 200 wird durch eine Antriebseinheit angetrieben. Die Antriebseinheit kann einen Stirlingmotor, einen Verbrennungsmotor, einen Elektromotor oder eine Kombination davon umfassen. Ein Fahrzeug 200, welches ausschließlich mit

einem Elektromotor angetrieben wird, wird als Elektro-Fahrzeug bezeichnet. Ein Fahrzeug 200, welches sowohl einen Elektromotor als auch einen Verbrennungsmotor aufweist, wird als Hybrid-Fahrzeug bezeichnet. Hybrid-Fahrzeuge können ferner in Mikrohybrid-Fahrzeuge, Mildhybrid-Fahrzeug, Vollhybrid-Fahrzeuge und/oder Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge untergliedert werden. Hierbei kann unter Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen jedwedes Hybridfahrzeug verstanden werden, welches nicht nur über den Verbrennungsmotor aufgeladen wird, sondern ebenfalls über das Stromnetz oder andere nicht an ein Stromnetz gebundene Energiequellen geladen werden kann. Unter Vollhybrid-Fahrzeugen werden Fahrzeuge verstanden, die allein über den Elektromotor angetrieben werden können. Mikrohybrid-Fahrzeuge verfügen über eine Start-Stopp-Funktionalität, und vorzugsweise ebenso über eine Stopp-In-Motion-Funktionalität. Des Weiteren können Mikrohybrid-Fahrzeuge das Energiespeichersystem über eine sogenannte Bremsenergieerückgewinnung aufladen. Mildhybrid-Fahrzeuge können darüber hinaus über eine Boost-Funktion verfügen, welche zur Unterstützung des Verbrennungsmotors zur Leistungssteigerung verwendet wird.

FIG. 2 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Energiespeichersmoduls 100. Demnach ist in einem Innenraum eines Gehäuses 20 des Energiespeichersmoduls 100 eine Vielzahl von Energiespeicherzellen 10 angeordnet. Das Gehäuse 20 weist dabei eine Oberseite und eine Unterseite auf, wobei zwischen der Oberseite und der Unterseite eine Vielzahl von Seitenwandelementen 22 angeordnet sind, welche derart umlaufend miteinander verbunden sind, dass die Seitenwandelemente 22 den Innenraum des Gehäuses 20 begrenzen. Die Oberseite und die Unterseite sind zumindest bereichsweise, insbesondere vollständig, offen ausgebildet.

Dabei ist vorgesehen, dass die Oberseite mit Hilfe eines Deckelelements 24 verschlossen werden kann. Das Deckelelement 24 kann dabei einen positiven Anschlusspol 26a und einen negativen Anschlusspol 26b aufweisen. Der positive Anschlusspol 26a bzw. der negative Anschlusspol 26b kann dabei mit den entsprechenden Elektroden der Energiespeicherzellen 10 verbunden sein, und zwar derart, dass der von den Energiespeicherzellen 10 abgegebene Strom an elektrische Verbraucher oder Lasten abgegeben werden kann, welche mit dem positiven und dem negativen Anschlusspol 26a, 26b verbunden sind, bzw. dass über den positiven und negativen Anschlusspol 26a, 26b Energie den Energiespeicherzellen 10 von außen zugeführt werden kann, beispielsweise während eines Ladevorgangs.

Das Deckelelement 24 kann aber genauso gut anstelle des positiven und des negativen Anschlusspoles 26a, 26b eine zumindest im Wesentlichen ebene positive und eine negative elektrische Kontaktierungsfläche aufweisen. Dies reduziert vorteilhafterweise die Größe, insbesondere die Höhe, des Energiespeichermoduls 100.

Das Deckelelement 24 kann dabei stoff- und/oder kraftschlüssig mit der Vielzahl von Seitenwandelementen 22 verbunden werden. Beispielsweise kann das Deckelelement 24 über eine Schraubverbindung mit den Seitenwandelementen 22 verbunden werden.

Das Gehäuse 20, d. h. die Vielzahl von Seitenwandelementen 22 und das Deckelelement 24, können zumindest bereichsweise, insbesondere vollständig, aus Kunststoff gefertigt sein, um das Energiespeichermodul 100 mit möglichst geringem Gewicht herstellen zu können. Als Material kann dabei beispielsweise ein Acryl-Butadien-Styrol, Polycarbonat, Polyamid, Polyvinylchlorid, Polyethylenterephthalat, Polyoxymethylen, Polyolefin oder ein Copolymer hiervon gewählt werden. Auch ist denkbar, dass das Gehäuse 20 aus Glas, Wasserglas, Keramik oder dergleichen gefertigt ist. Es ist dabei zu beachten, dass der positive und negative Anschlusspol 26a, 26b, bzw. die positive und negative elektrische Kontaktierungsfläche des Deckelelements 24 aus elektrisch leitfähigem Material gefertigt sind.

Um das Gehäuse 20, insbesondere das Gehäuse 20 aus Kunststoff, ferner gegenüber der Umgebung abdichten zu können, kann dabei zusätzlich eine an dem Gehäuse 20 in Richtung des Innenraums angeordnete Barrierschicht zum Abdichten vorgesehen sein. Die Barrierschicht ist dabei derart ausgelegt, dass sie gegenüber von Gasen und/oder Flüssigkeiten nicht oder nur geringfügig durchlässig ist. Eine solche Barrierschicht kann aus Metall, Metalloxid und/oder Silikaten aufgebaut sein, insbesondere Aluminium und/oder Aluminiumoxid. Die Barrierschicht ist dabei vorteilhafterweise stoffschlüssig mit dem Gehäuse 20 in Richtung des Innenraums stoffschlüssig verbunden, beispielsweise kann die Barrierschicht auf Innenflächen des Gehäuses 20 gedampft sein.

Die Unterseite des Gehäuses 20 kann mit Hilfe eines Temperaturmanagementsystems 30 verschlossen oder verschließbar sein. Das Temperaturmanagementsystem 30 ist dazu ausgelegt, den Innenraum des Energiespeichermoduls 100

bzw. des Energiespeichersystems, insbesondere die Vielzahl von Energiespeicherzellen 10, in einem vorab festgelegten oder festlegbaren Temperaturbereich zu halten, welcher einem optimalen Arbeitstemperaturbereich der Vielzahl von Energiespeicherzellen 10 entspricht. Ein vorab festgelegter oder festlegbarer Temperaturbereich beträgt beispielsweise -20 °C bis 60 °C, bevorzugt -10 °C bis 40 °C, besonders bevorzugt 0 °C bis 30 °C.

Das Temperaturmanagement-System 30 weist dabei einen Wärmeübertrager 32 und ein Wärmeleitelement 36 auf. Zwischen dem Wärmeübertrager 32 und dem Wärmeleitelement 36 ist dabei zumindest bereichsweise, insbesondere auf der gesamten Oberfläche des Wärmeübertragers 32, eine Verstärkungsschicht 34 zum strukturellen Verstärken der Oberfläche des Wärmeübertragers 32 vorgesehen.

Die Verstärkungsschicht 34 ist dabei auf einer Oberfläche des Wärmeübertragers 32 in Richtung des Innenraums des Gehäuses 20 bzw. in Richtung der Vielzahl von Energiespeicherzellen 10 angeordnet. Die Verstärkungsschicht 34 kann dabei insbesondere stoffschlüssig mit dem Wärmeübertrager 32 verbunden sein.

Die Verstärkungsschicht 34 kann dabei eine Schichtdicke von 50 µm bis 500 µm aufweisen, bevorzugt 100 µm bis 400 µm, besonders bevorzugt 150 µm bis 300 µm, ganz besonders bevorzugt etwa 200 µm.

Des Weiteren ist es denkbar, dass zwischen zwei benachbarten Energiespeicherzellen 10 bzw. zwischen einer Energiespeicherzelle 10 und einer benachbarten Seitenwand des Gehäuses 20 mit Aluminiumoxid beschichtete Aluminiumbleche vorgesehen sind, um die Wärme von den seitlichen Oberflächen der Energiespeicherzellen 10 in Richtung des Temperaturmanagement-Systems 30 zu transportieren, bzw. um die Wärme von dem Temperaturmanagement-System 30 zu den seitlichen Oberflächen der Energiespeicherzellen 10 zu transportieren.

Die Verstärkungsschicht 34 weist einen höheren Elastizitätsmodul auf als der Wärmeübertrager 32. Das Vorsehen einer solchen Verstärkungsschicht 34 erhöht somit die mechanische Stabilität der Oberfläche des Wärmeübertragers 32 stark. Es ist allerdings zu beachten, dass der Effekt der strukturellen Oberflächenverstärkung des Wärmeübertragers 32 nur in einem Bereich in der Nähe der Verstärkungsschicht 34 auftritt; dieser Effekt nimmt über die Dicke des Wärmeübertra-

gers 32 gesehen mit einer steigenden Entfernung von der der Verstärkungsschicht 34 zugewandten Oberfläche ab. Gleichzeitig verfügt die Verstärkungsschicht 34 über eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit bei einem hohen elektrischen Widerstand, was wiederum einen Schutz der Energiespeicherzellen 10 vor etwaigen Kurzschlüssen darstellt.

Dabei ist anzumerken, dass die Verstärkungsschicht 34 die Funktion der elektrischen Isolation zum größten Teil bzw. vollständig übernimmt. In diesem Zusammenhang haben Versuche gezeigt, dass der elektrische Widerstand der Verstärkungsschicht 34 im Gigaohm-Bereich liegt.

Beispielsweise wurde festgestellt, dass beim Anlegen einer 12 Volt Spannung an eine erfindungsgemäße Verstärkungsschicht 34 ein elektrischer Strom von 0,12 Nanoampere fließt, was einem elektrischen Widerstand von 100 Gigaohm entspricht, und dass beim Anlegen einer 400 Volt Spannung an eine erfindungsgemäße Verstärkungsschicht 34 ein elektrischer Strom von 0,4 Mikroampere fließt, was einem elektrischen Widerstand von 1 Gigaohm entspricht.

Andere Versuche zeigten beispielsweise, dass bei einer Temperatur von 20 Grad Celsius beim Anlegen einer 12 Volt Spannung an eine erfindungsgemäße Verstärkungsschicht 34 mit einer Dicke von 200 Mikrometer und mit einer Fläche von 0,01 Quadratmeter ein elektrischer Strom von 0,6 Nanoampere fließt, was einem elektrischen Widerstand von 20 Gigaohm entspricht. Auch beim Anlegen einer 400 Volt Spannung weist eine erfindungsgemäße Verstärkungsschicht 34 mit einer Dicke von 200 Mikrometer und mit einer Fläche von 0,01 Quadratmeter einen elektrischen Widerstand von 20 Gigaohm auf, was mit einem elektrischen Strom von 20 Nanoampere einhergeht.

Auch wurde überraschenderweise festgestellt, dass der elektrische Widerstand auch bei sehr hohen Temperaturen stabil und verhältnismäßig hoch bleibt. So konnte gezeigt werden, dass bei 1000 Grad Celsius beim Anlegen einer 12 Volt Spannung an eine erfindungsgemäße Verstärkungsschicht 34 mit einer Dicke von 200 Mikrometer und mit einer Fläche von 0,01 Quadratmeter ein elektrischer Strom von 60 Mikrometer fließt, was einem Widerstand von 200 Kiloohm entspricht. Der gleiche Wert für den elektrischen Widerstand konnte bei 1000 Grad Celsius auch beim Anlegen einer 400 Volt Spannung an eine erfindungsgemäße Verstärkungsschicht 34 mit einer Dicke von 200 Mikrometer und mit einer Fläche

von 0,01 Quadratmeter ermittelt werden, was mit einem elektrischen Strom von 2 Milliampere einhergeht.

So können vorteilhafterweise die Folgen eines sogenannten „Thermal Runaway“ abgeschwächt werden. Unter „Thermal Runaway“ oder thermisches Durchgehen wird eine Überhitzung einer exothermen chemischen Reaktion oder eines technischen Systems aufgrund eines sich selbst verstärkenden, Wärme produzierenden Prozesses verstanden. Ein solches Durchgehen kann in der Regel eine Zerstörung des Systems (durch Überdruck) bewirken und in dessen Folge zu Brand oder Explosion führen. Insbesondere treten bei einem solchen Zustand Temperaturen von über 600 Grad Celsius auf. Während die schützenden Eigenschaften von herkömmlichen Wärmeleitelementen bei solch hohen Temperaturen sehr gering werden, so dass Energiespeicherzellen das Wärmeleitelement durchdringen können, bleibt die erfindungsgemäße Verstärkungsschicht 34 mechanisch, thermisch und elektrisch stabil. So kann die Sicherheit von Energiespeichermodulen 100 und/oder Energiespeichersystemen, welche ein Temperaturmanagementsystem 30 mit einer erfindungsgemäßen Verstärkungsschicht 34 aufweisen, stark erhöht werden.

Darüber hinaus kann die Verstärkungsschicht 34 auch vor etwaigen Kurzschlüssen der Energiespeicherzellen schützen, und zwar beispielsweise in einem Fall, in welchem das Wärmeleitelement 36 versprödet und insbesondere durch das Einwirken äußerer Kräfte, wie zum Beispiel Vibrationen und/oder durch Vibration bedingte Stöße, bricht. In einem solchen Szenario kann es dann zu einer direkten Kontaktierung der Energiespeicherzellen 10 und der Verstärkungsschicht 34 (bzw. des Wärmeübertragers 32 mit der Verstärkungsschicht 34) kommen. Der hohe elektrische Widerstand der Verstärkungsschicht 34 verhindert dabei einen Kurzschluss.

Die Verstärkungsschicht 34 kann aus einer Keramik gebildet sein. Bevorzugt handelt es sich bei der Keramik um eine Oxidkeramik, beispielsweise Zirkonoxid (ZrO_2), Magnesiumoxid (MgO), Zirkonoxid verstärktes Aluminiumoxid (ZTA), oder Aluminiumoxid (Al_2O_3). Aufgrund der hohen mechanischen Eigenschaften von Keramiken, bzw. Oxidkeramiken, kann die mechanische Stabilität der Oberfläche des Wärmeübertragers 32, auf welchem die Verstärkungsschicht 34 angebracht ist, verbessert werden, wodurch insbesondere die Wärmeleitfähigkeit und der elektrische Widerstand relativ hoch bleiben, d. h. dass die Verstärkungsschicht 34 eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist und dennoch elektrisch isolierend ist.

Dabei bleiben vorteilhafterweise die elastischen Eigenschaften der darunterliegenden Schicht, d.h. des Wärmeübertragers 32, zumindest im Wesentlichen erhalten.

Die Verstärkungsschicht 34 kann insbesondere durch Umwandeln der Materialschicht an der äußersten Oberfläche des Wärmeübertragers 32 (in Richtung des Innenraums des Energiespeichermoduls 100) gefertigt werden, so dass die Verstärkungsschicht 34 und der Wärmeübertrager 32 eine stabile, stoffschlüssige Verbindung eingehen.

Gleichzeitig ist das Aufbringen einer solchen (Oxid)Keramik-Schicht bekannt, und dadurch einfach und kostengünstig durchzuführen, beispielsweise durch Sintern. Auch kann eine Schicht aus Aluminiumoxid beispielsweise mittels anodischer Oxidation (d. h. durch Eloxieren) auf einen Grundkörper aus Aluminium aufgebracht werden.

Der Wärmeübertrager 32 kann bevorzugt aus Aluminium und/oder einer Aluminium-Legierung gefertigt sein. Genauso gut kann der Wärmeübertrager 32 aber auch aus jedwedem anderen geeigneten, insbesondere oxidierbaren, Metall gefertigt sein.

Dabei weist Aluminium beispielsweise einen Elastizitätsmodul von etwa 70 GPa, Magnesium einen Elastizitätsmodul von etwa 40 GPa, Titan einen Elastizitätsmodul von etwa 116 GPa auf; der Elastizitätsmodul von Oxidkeramiken liegt etwa im Bereich von 150 GPa bis 450 GPa, bevorzugt 300 GPa bis 400 GPa, besonders bevorzugt 350 GPa bis 400 GPa. Aluminiumoxid weist dabei einen Elastizitätsmodul von 250 GPa bis 350 GPa auf.

Ferner kann der Wärmeübertrager 32 eine Vielzahl von geometrischen Strukturen, insbesondere Lamellen, zur Vergrößerung der äußeren und/oder inneren Oberfläche des Wärmeübertragers 32 aufweisen, um einen besseren Wärmeaustausch zu ermöglichen. Auch kann eine Vielzahl von Strömungskanälen, durch welche ein Fluid geführt wird, in dem Wärmeübertrager 32 vorgesehen sein. Als Fluid kann ein Gas oder ein Gasgemisch, insbesondere Luft, Wasser und/oder ein Wasser-Glykol-Gemisch verwendet werden. Des Weiteren ist es aber auch denkbar, dass anstelle des Fluids ein Latentwärmestoff vorgesehen ist, wie beispielsweise Zeolith.

Insbesondere kann der Wärmeübertrager 32 dabei aus Aluminium gefertigt und mit einer Verstärkungsschicht 34 aus Aluminiumoxid versehen sein, welche mittels Eloxieren mit dem Wärmeübertrager 32 stoffschlüssig verbunden ist.

- 5 Das Temperaturmanagement-System 30 ist insbesondere dazu ausgelegt, eine während dem Betrieb der Energiespeicherzellen 10 entstehende Wärme aus dem Energiespeichermodul 100 abzuführen und/oder Wärme in das Energiespeichermodul 100 zuzuführen, um die Temperatur der Energiespeicherzellen 10 bzw. des Energiespeichermoduls 100 kontrolliert innerhalb eines vorab festgelegten oder
10 vorab festlegbaren Temperaturbereich zu halten. Dazu stehen einige, insbesondere alle, Energiespeicherzellen 10 in direktem und/oder indirektem Kontakt mit dem Wärmeleitelement 36 des Temperaturmanagement-Systems 30. Das Wärmeleitelement 36 ist dabei dazu ausgelegt, zum einen Längentoleranzen bzw. Toleranzschwankungen und/oder Längenunterschiede der Energiespeicherzellen 10 und/oder Ungenauigkeiten beim Zusammensetzen des Energiespeichermoduls 100
15 auszugleichen, und zum anderen auch Unregelmäßigkeiten der Oberfläche der Verstärkungsschicht 34, welche mit dem Wärmeleitelement 36 in Kontakt steht bzw. kommt, auszugleichen. Die Energiespeicherzellen 10 können sich aufgrund von Wärmeentwicklung, sowie Änderungen der Elektrodenstärke (der Energiespeicherzellen 10) durch Änderung der elektrischen Ladung, was insbesondere bei Pouch-Zellen eine wichtige Rolle spielt, und/oder unterschiedlicher Gasdrücke während des Betriebs ausdehnen und zusammenziehen. Eine solche Längenänderung, insbesondere wenn sich einzelne Energiespeicherzellen 10 unterschiedlich ausdehnen bzw. zusammenziehen als andere Energiespeicherzellen 10, kann über
20 das Wärmeleitelement 36 ausgeglichen werden. Dadurch wird vorteilhafterweise eine durchgehend gute Kontaktierung zwischen der Vielzahl von Energiespeicherzellen 10 auf der einen Seite und der Verstärkungsschicht 34 und dem Wärmeübertrager 32 auf der anderen Seite gewährleistet.
- 30 Das Wärmeleitelement 36 ist zumindest bereichsweise auf der Verstärkungsschicht 34, insbesondere auf der Oberfläche der Verstärkungsschicht 34 in Richtung des Innenraums des Gehäuses 20 des Energiespeichermoduls 100, angeordnet, und zwar derart, dass das Wärmeleitelement 36 von den Seitenwandelementen 22 des Gehäuses 20 seitlich begrenzt wird. D. h. dass das Wärmeleitelement
35 36 in dem Innenraum des Gehäuses 20 zwischen den Energiespeicherzellen 10 und der Verstärkungsschicht 34 vorgesehen ist.

Das Wärmeleitelement 36 ist zwischen den Energiespeicherzellen 10 und der Verstärkungsschicht 34 vorgesehen, um insbesondere den Übergang zwischen den relativ harten Oberflächen von den Energiespeicherzellen 10 und der Verstärkungsschicht 34 zu verbessern. Dazu ist das Wärmeleitelement 36 im Vergleich zu der Verstärkungsschicht 34 und von Zellgehäusen, welche jeweils eine Energiespeicherzelle 10 umschließen, weicher und/oder elastischer ausgebildet. Dadurch können zum Beispiel statische und/oder dynamische Längenunterschiede der Energiespeicherzellen 10 ausgeglichen werden. In diesem Zusammenhang wird unter den statischen Längenunterschieden ein fertigungs- und/oder montagebedingter Längenunterschied der Energiespeicherzellen 10 zueinander, und unter den dynamischen Längenunterschieden eine durch äußere Umstände, wie beispielsweise einer betriebsbedingten Erwärmung der Energiespeicherzellen 10, hervorgerufene Längenänderung der einzelnen Energiespeicherzellen 10 verstanden.

Das Wärmeleitelement 36 kann hierbei z. B. als Wärmeleitpaste oder Wärmeleitpad ausgebildet sein. Dabei kann das Wärmeleitelement 36 aus einem Silikon oder einem Silikon-basierten Material gefertigt sein. Ebenso ist es aber auch denkbar, ein Thermoplast-basiertes Material zu verwenden. Beispielsweise kann eine Silikonmatte, eine Silikongummi-Folie mit optionalem Glasfasergewebe oder eine Kunststofffolie auf der Basis von Polyimiden, Polyethylenterephthalat, Polyamiden, und/oder Polycarbonat mit oder ohne Zusätze verwendet werden. Auch ist es denkbar, ein Silikonöl mit Bestandteilen von Zinkoxid und/oder Aluminiumoxid zu verwenden.

Genauso gut ist es denkbar, eine Lackschicht oder ein Lackschichtensystem, welches mindestens zwei (unterschiedliche und/oder gleiche) Lackschichten aufweist, als Wärmeleitelement 36 zu verwenden. Die Lackschicht oder das Lackschichtensystem weist dabei einen thermisch leitenden Lack auf, welcher Füllstoffe enthalten kann. Dadurch kann das Wärmeleitelement 36 vorteilhafterweise sehr dünn vorgesehen sein, was wiederum den thermischen Widerstand zwischen den Energiespeicherzellen 10 und dem Wärmeübertrager 32, welcher unter anderem von der Dicke der zu durchlaufenden Elemente (d. h. des Wärmeleitelements 32 und der Verstärkungsschicht 34) abhängt, senkt. Auch kann eine Lackschicht vorteilhafterweise einfach hergestellt und aufgetragen werden, was mit einer Reduzierung der Fertigungs- und Montagekosten einhergeht.

Auch können die äußeren Oberflächen des Wärmeübertragers 32 mit der Verstärkungsschicht 34 und/oder die äußeren Oberflächen der Energiespeicherzellen 10 mit einer oder mehreren Lackschicht(en) umgeben sein.

- 5 Des Weiteren ist es unter bestimmten Umständen denkbar, die Energiespeicherzellen 10 direkt auf dem Wärmeübertrager 32 mit der Verstärkungsschicht 34 anzuordnen, sofern zwischen jeweils benachbarten Energiespeicherzellen 10 eine elektrisch ausreichend hohe Isolation vorgesehen ist. In anderen Worten kann auf ein Wärmeleitelement 36 verzichtet werden, wenn eine ausreichend gute Wärme-
- 10 leitfähigkeit zwischen den Energiespeicherzellen 10 und dem Wärmeübertrager 32 mit Verstärkungsschicht 34 vorgesehen ist. Dabei weisen bevorzugt sowohl die jeweils eine Energiespeicherzelle 10 umschließenden Zellgehäuse als auch der Wärmeübertrager 32 jeweils eine solche Verstärkungsschicht 34 auf. In einer solchen Ausführungsform können die Energiespeicherzellen 10 ohne weitere, zusätzliche
- 15 Elemente angeordnet werden. Das ist vorteilhafterweise zumindest für stationäre Energiespeichersysteme von hoher Bedeutung, da das Wärmeleitelement 36 und weitere Elemente zur Isolation zwischen benachbarten Energiespeicherzellen 10 nicht mehr erforderlich sind, wodurch die Kosten verringert werden können. Des Weiteren wird der für das Energiespeichermodul 100 bzw. das Energiespeicher-
- 20 system erforderliche Bauraum vorteilhafterweise reduziert.

Die einzelnen Energiespeicherzellen 10 mit einer erfindungsgemäßen Verstärkungsschicht 34 einzufassen (mit oder ohne Wärmeleitelement 36 zwischen den Energiespeicherzellen 10 und dem Wärmeübertrager 32 mit der Verstärkungsschicht 34) ergibt ferner den Vorteil, dass die Sicherheit des Energiespeichermoduls 100 und/oder des Energiespeichersystems weiter erhöht wird.

25

So kann bei herkömmlichen Energiespeichersystemen, beispielsweise in einem Fall, in welchem eine einzelne Energiespeicherzelle überhitzt, lokal eine sehr hohe

30 Temperatur auf das Wärmeleitelement aufgebracht werden, wodurch das Wärmeleitelement lokal aufschmelzen kann. Infolge der steigenden Temperatur können angrenzende Energiespeicherzellen ebenfalls überhitzen und das Wärmeleitelement ferner schädigen. Dadurch können mehrere Energiespeicherzellen in direktem Kontakt mit dem Wärmeübertrager kommen, was zu einem Kurzschluss führt.

35 Ein Aufbringen einer erfindungsgemäßen Verstärkungsschicht 34 zum einen auf dem Wärmeübertrager 32 und zum anderen an den die Energiespeicherzellen 10

einschließenden Zellgehäusen führt zu einer Erhöhung der Sicherheit des Energiespeichermoduls 100, da selbst wenn mehrere Energiespeicherzellen 10 das Wärmeleitelement 36 durchdringen der hohe elektrische Widerstand der Verstärkungsschicht 34 vor einem Kurzschluss schützt.

5

Das Energiespeichermodul 100 weist eine Vielzahl von Energiespeicherzellen 10 auf, wobei die Anzahl an Energiespeicherzellen 10 nicht auf die in FIG. 2 dargestellte Anzahl beschränkt ist. Es können genauso gut weniger oder mehr Energiespeicherzellen 10 in dem Energiespeichermodul 100 vorgesehen sein, je nach gewünschter Kapazität und/oder Spannung des Energiespeichermoduls 100.

10

Die Energiespeicherzellen 10 können dabei als Lithium-Ionen-Zellen ausgebildet sein, insbesondere Lithium-Ionen-Zellen, welche als Jelly-Roll-Zellen ausgebildet sind. Des Weiteren können die Energiespeicherzellen 10 mit einem eigenen oder ohne ein eigenes Zellengehäuse ausgebildet sein, auch können die Energiespeicherzellen 10 zur einfacheren Positionierung in dem Energiespeichermodul 100 in einem Zellenträger angeordnet werden. Um darüber hinaus einen möglichst geringen Platzverbrauch zu schaffen, sind die Energiespeicherzellen 10 insbesondere als Lithium-Ionen-Pouch-Zellen ausgebildet.

15

20

Genauso gut könnte man aber auch eine Vielzahl von Energiespeicherzellen 10 in einer tiefgezogenen Wärmeleitelementform aus eloxiertem Aluminium anordnen.

Es ist auch denkbar, Rundzellen, prismatische Energiespeicherzellen aus gefalteten Elektroden und/oder prismatische Energiespeicherzellen aus gestapelten Elektroden als Energiespeicherzellen 10 zu verwenden, wobei die prismatischen Energiespeicherzellen aus gestapelten Elektroden in diesem Zusammenhang die beste Performance aufweisen.

25

Um den Strom der einzelnen Energiespeicherzellen 10 gesammelt an den positiven bzw. negativen Anschlusspol 26a, 26b des Energiespeichermoduls 100, bzw. der positiven bzw. negativen Kontaktierungsfläche des Energiespeichermoduls 100, abzugeben, können die Energiespeicherzellen 10 über eine oder mehrere Sammelschiene(n) elektrisch miteinander verbunden werden, und zwar entweder elektrisch in Reihe verbunden werden oder elektrisch parallel verbunden werden.

30

35

Ferner kann in dem Energiespeichermodul 100 ein Elektronikträger vorgesehen sein. Dieser ist dazu ausgebildet, eine Vielzahl von elektrischen Einrichtungen, wie z. B. eine Vielzahl von Sensoren, beispielsweise Temperatursensoren, mindestens einen Prozessor und mindestens eine Speichereinrichtung, aufzunehmen.

5

Auch kann eine Messleitung zum Abgreifen von Strom- und/oder Spannungswerten einzelner, mehrerer und/oder aller Energiespeicherzellen 10 in dem Energiespeichermodul 100 vorgesehen sein. Dadurch lässt sich die Funktionsfähigkeit einzelner, mehrerer und/oder aller Energiespeicherzellen 10 in den Energiespeichermodul 100 vorteilhafterweise überwachen.

10

Auch wenn dies nicht explizit in den Figuren dargestellt ist, ist es denkbar, ein Energiespeichersystem mit mindestens einem oben beschriebenen Energiespeichermodul 100 und einem Systemgehäuse zum Aufnehmen des mindestens einen Energiespeichermoduls 100 auszubilden.

15

Es ist dabei denkbar, dass das Temperaturmanagement-System 30 nicht für jedes Energiespeichermodul 100 einzeln ausgebildet ist, sondern ein Temperaturmanagement-System 30 für das gesamte Energiespeichersystem, d. h. ein Temperaturmanagement-System 30 für mehrere Energiespeichermodule 100 anzugeben. Dabei wird die Verstärkungsschicht 34 insbesondere auf der gesamten Oberfläche des Wärmeübertragers 32 aufgebracht, während dagegen das Wärmeleitelement 36 beispielsweise pro Energiespeichermodul 100 vorgesehen wird, und zwar in einem Bereich, in welchem die jeweiligen Energiespeicherzellen 10 des jeweiligen Energiespeichermoduls 100 vorgesehen sind.

20

25

Genauso gut ist es auch denkbar, für jede einzelne Energiespeicherzelle 10 ein Wärmeleitelement 36 vorzusehen. Dabei können einzelne, flache Wärmeleitelemente 36 im Wesentlichen an einer in Längserstreckungsrichtung senkrechten Mittelachse gebogen werden, und zwar derart dass die Wärmeleitelemente 36 eine im Wesentlichen U-förmige Formgebung ausbilden. Dadurch können vorteilhafterweise von außen einwirkende mechanische Kräfte abgefedert werden, was die Gefahr des Durchdringens der Wärmeleitelemente 36 durch die Energiespeicherzellen 10 weiter verringert. Zusätzlich kann durch die elastische Rückstellkraft der federnden Wärmeleitelemente 36 auch die Kontaktierung zwischen den Energiespeicherzellen 10 und dem Wärmeübertrager 32 verbessert werden.

30

35

Um das Energiespeichersystem darüber hinaus möglichst platzsparend vorsehen zu können, weist das mindestens eine Energiespeichermodul 100 insbesondere eine positive bzw. negative elektrische Kontaktierungsfläche auf. Die jeweiligen positiven bzw. negativen elektrischen Kontaktierungsflächen der Energiespeicher-
5 module 100 können mit jeweils einer positiven bzw. negativen Anschlussklemme des Energiespeichersystems elektrisch verbunden werden. An der positiven bzw. negativen Anschlussklemme des Energiespeichersystems werden elektrische Verbraucher oder elektrische Lasten angeschlossen.

- 10 Ein solches Energiespeichersystem ist zum Einsatz in einem Fahrzeug 200 ausgelegt, insbesondere zum Einsatz in einem Hybrid-Fahrzeug.

Es ist zu beachten, dass bei allen erfindungsgemäßen Ausführungsformen das Temperaturmanagement-System 30 die (multifunktionale) Verstärkungsschicht 34
15 (zwingend) aufweisen muss. Die Verstärkungsschicht 34 steht dabei insbesondere in direktem Kontakt mit dem Wärmeübertrager 32. Die Verstärkungsschicht 34 ist in dem Fall, in welchem das Wärmeleitelement angeordnet ist bzw. die Wärmeleitelemente 36 angeordnet sind, (unmittelbar) zwischen dem Wärmeübertrager 32 und dem Wärmeleitelement 36 bzw. den Wärmeleitelementen 36 angeordnet, und
20 ist in dem Fall, in welchem kein Wärmeleitelement 36 angeordnet ist, (unmittelbar) zwischen der Vielzahl von Energiespeicherzellen 10 und dem Wärmeübertrager 32 angeordnet.

Mit der Verstärkungsschicht 34 sind die folgenden (bereits beschriebenen) Vorteile verbunden: auf der einen Seite wird die mechanische Stabilität an der Oberfläche des Wärmeübertragers 32 in der Nähe der Verstärkungsschicht 34 erhöht;
25 auf der anderen Seite wird mithilfe der Verstärkungsschicht 34 eine gute elektrische Isolation selbst bei sehr hohen Temperaturen ausgebildet. So weist die Verstärkungsschicht 34 einen hohen elektrischen Widerstand auf, der auch bei hohen
30 Temperaturen stabil und verhältnismäßig hoch bleibt.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass alle oben beschriebenen Teile für sich alleine gesehen oder in jedweder Kombination, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellten Details, als erfindungswesentlich beansprucht werden.
35 Abänderungen hiervon sind dem Fachmann geläufig.

Bezugszeichenliste

	10	Energiespeicherzelle
	20	Gehäuse
5	22	Seitenwandelemente
	24	Deckelement
	26a, 26b	positiver Anschlusspol, negativer Anschlusspol
	30	Temperaturmanagement-System
	32	Wärmeübertrager
10	34	Verstärkungsschicht
	36	Wärmeleitelement
	100	Energiespeichermodul
	200	Fahrzeug

Patentansprüche

1. Energiespeichermodule (100) zum Einsatz in einem Fahrzeug (200), insbesondere zum Einsatz in einem Hybrid-Fahrzeug, wobei das Energiespeichermodule (100) Folgendes aufweist:
 - eine Vielzahl von Energiespeicherzellen (10); und
 - ein zumindest einigen, bevorzugt allen, Energiespeicherzellen (10) zugeordnetes Temperaturmanagement-System (30),wobei das Temperaturmanagement-System (30) einen Wärmeübertrager (32) und ein Wärmeleitelement (36) aufweist, wobei zwischen dem Wärmeübertrager (32) und dem Wärmeleitelement (36) eine Verstärkungsschicht (34) vorgesehen ist, wobei die Verstärkungsschicht (34) einen höheren Elastizitätsmodul aufweist als der Wärmeübertrager (32).
2. Energiespeichermodule (100) nach Anspruch 1, wobei die Verstärkungsschicht (34) stoffschlüssig mit dem Wärmeübertrager (32) verbunden ist.
3. Energiespeichermodule (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Verstärkungsschicht (34) aus einer Keramik oder einer keramischen Substanz gebildet ist, insbesondere aus einer Oxidkeramik.

4. Energiespeichermodul (100) nach Anspruch 3, wobei die Verstärkungsschicht (34) zumindest bereichsweise, insbesondere vollständig, eine Al_2O_3 -Schicht ist.
5. Energiespeichermodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Wärmeübertrager (32) aus einem oxidierbaren Metall, insbesondere aus Aluminium und/oder einer Aluminiumlegierung, gebildet ist.
6. Energiespeichermodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Wärmeübertrager (32) Strömungskanäle, durch welche ein Fluid fließt, insbesondere Gas, Gasgemisch, Wasser oder eine Wasser-Glykol-Mischung, und/oder geometrische Strukturen, insbesondere Lamellen, zur Vergrößerung einer äußeren und/oder inneren Oberfläche des Wärmeübertragers (32) aufweist.
7. Energiespeichermodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Wärmeleitelement (36) aus einem Silikon oder einem Silikon-basierten Material gebildet ist.
8. Energiespeichermodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Wärmeleitelement (36) aus einem Thermoplast-basierten Material gebildet ist.
9. Energiespeichermodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Wärmeleitelement (36) als Wärmeleitpaste oder als Wärmeleitpad ausgebildet ist.
10. Energiespeichermodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Energiespeichermodul (100) ferner ein Gehäuse (20) zum Aufnehmen der Vielzahl von Energiespeicherzellen (10) in einem Innenraum des Gehäuses (20) aufweist, wobei das Gehäuse (20) eine Oberseite, eine Unterseite und eine die Oberseite und die Unterseite verbindende Vielzahl von Seitenwandelementen (22) aufweist, wobei die Seitenwandelemente (22) umlaufend derart miteinander verbunden sind, dass die Seitenwandelemente (22) den Innenraum begrenzen, und wobei die Unterseite und die

Oberseite zumindest bereichsweise, insbesondere vollständig, offen ausgebildet sind.

11. Energiespeichermodule (100) nach Anspruch 10, wobei das Gehäuse (20) mit dem Temperaturmanagement-System (30) verbindbar oder verbunden ist, insbesondere über die Verstärkungsschicht (34) mit dem Wärmeübertrager (32) verbindbar oder verbunden, und zwar derart dass die Unterseite des Gehäuses (20) mit Hilfe des Temperaturmanagement-Systems (30) verschlossen wird.
12. Energiespeichermodule (100) nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Oberseite des Gehäuses (20) derart ausgebildet ist, um mit Hilfe eines Deckelelements (24) verschlossen zu werden, wobei das Deckelelement (24) bevorzugt einen positiven Anschlusspol (26a) und einen negativen Anschlusspol (26b) aufweist.
13. Energiespeichermodule (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Energiespeicherzellen (10) Lithium-Ionen-Zellen sind, und wobei die Energiespeicherzellen (10) vorzugsweise als Lithium-Ionen-Pouch-Zellen ausgebildet sind.
14. Energiespeichermodule (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Energiespeicherzellen (10) als Jelly-Rolls ausgebildet sind.
15. Energiespeichermodule (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei das Energiespeichermodule (100) ferner einen Elektronik-Träger aufweisen kann, welcher dazu ausgebildet ist, eine Vielzahl von elektrischen Einrichtungen, wie zum Beispiel eine Vielzahl von Sensoren, mindestens einen Prozessor und/oder mindestens eine Speichereinrichtung, aufzunehmen.
16. Energiespeichermodule (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das Energiespeichermodule (100) ferner eine Sammelschiene oder mehrere Sammelschienen zum elektrischen Verbinden der Vielzahl von Energiespeicherzellen (10) aufweist.

17. Energiespeichermodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei ferner eine Messleitung zum Abgreifen von Strom- und/oder Spannungswerten einzelner, mehrerer und/oder aller Energiespeicherzellen (10) in dem Energiespeichermodul (100) vorgesehen ist.
18. Energiespeichersystem zum Einsatz in einem Fahrzeug (200), insbesondere zum Einsatz in einem Hybrid-Fahrzeug, wobei das Energiespeichersystem Folgendes aufweist:
 - mindestens ein Energiespeichermodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 17; und
 - ein Systemgehäuse zum Aufnehmen des mindestens einen Energiespeichermoduls (100),wobei das mindestens eine Energiespeichermodul (100) ein Temperaturmanagement-System (30) aufweist, welches einen Wärmeübertrager (32) und ein Wärmeleitelement (36) aufweist, wobei zwischen dem Wärmeübertrager (32) und dem Wärmeleitelement (36) eine Verstärkungsschicht (34) vorgesehen ist, wobei die Verstärkungsschicht (34) einen höheren Elastizitätsmodul aufweist als der Wärmeübertrager (32).

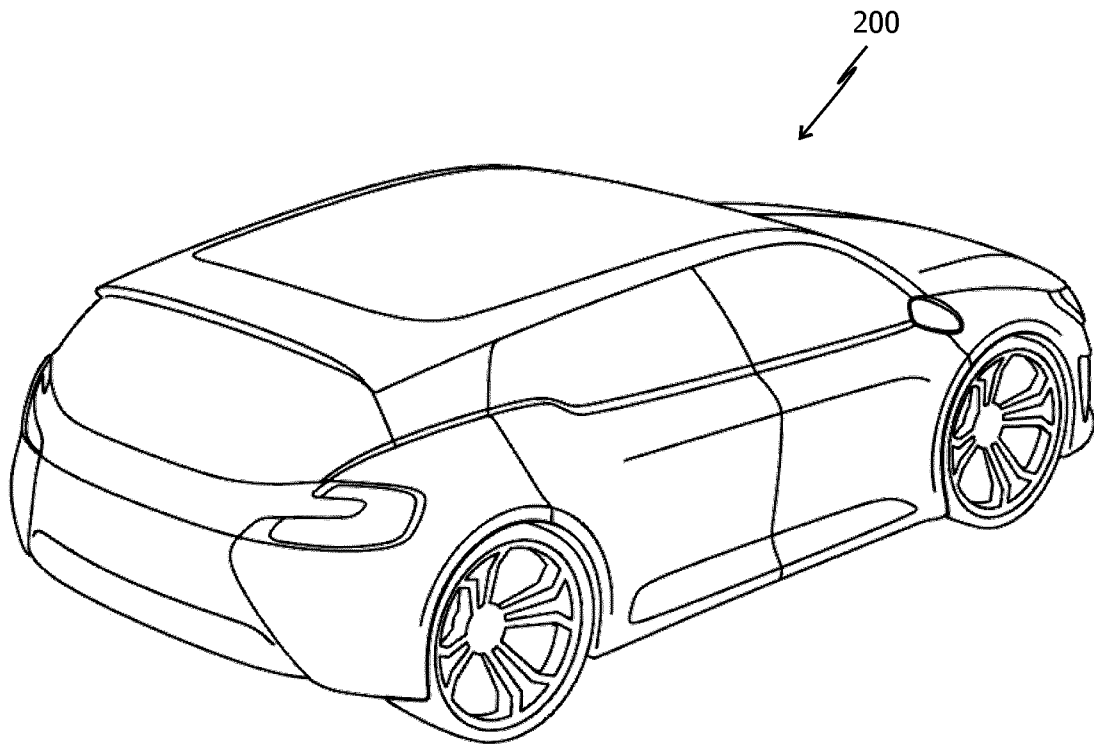


FIG. 1

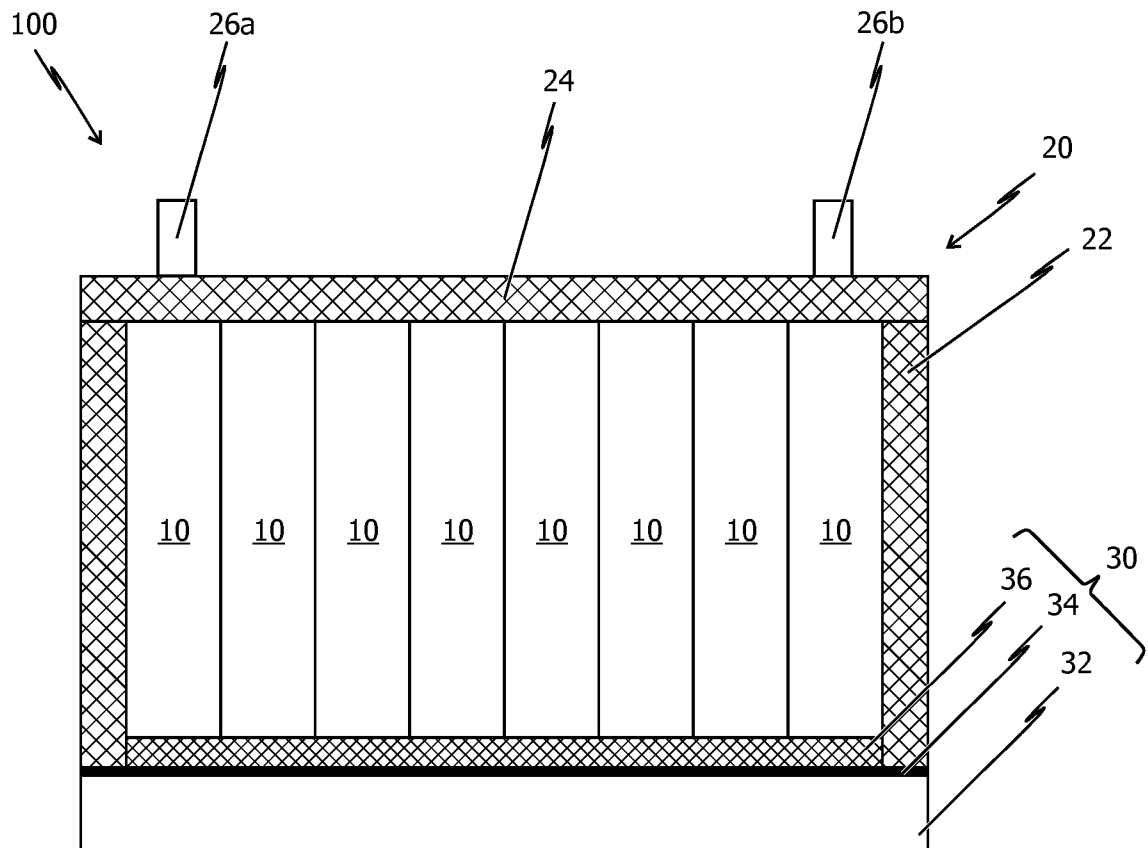


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/075341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01M10/625 H01M10/653 H01M10/6556 H01M10/6551 H01M10/6554 B60L11/18 F28F21/04 F28F21/06 F28F21/08 ADD. H01M10/052 H01M10/04														
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 B60L F28F 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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>EP 2 475 025 A1 (LITHIUM ENERGY JAPAN [JP]) 11 July 2012 (2012-07-11) paragraph [0049] - paragraph [0108]; figures 11-12 -----</td> <td>1,2,4-8, 10-18</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>DE 10 2014 203846 A1 (HEEG O) 3 September 2015 (2015-09-03) paragraph [0008] - paragraphs [0012], [0019], [0023], [0037]; figure 1 paragraph [0041] - paragraph [0045] -----</td> <td>1-11,18</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>DE 10 2013 206581 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 16 October 2014 (2014-10-16) paragraphs [0001], [0002], [0006], [0007] - paragraph [0011]; figures 1-4 paragraph [0031] - paragraph [0035] -----</td> <td>1,5,6</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	EP 2 475 025 A1 (LITHIUM ENERGY JAPAN [JP]) 11 July 2012 (2012-07-11) paragraph [0049] - paragraph [0108]; figures 11-12 -----	1,2,4-8, 10-18	X	DE 10 2014 203846 A1 (HEEG O) 3 September 2015 (2015-09-03) paragraph [0008] - paragraphs [0012], [0019], [0023], [0037]; figure 1 paragraph [0041] - paragraph [0045] -----	1-11,18	X	DE 10 2013 206581 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 16 October 2014 (2014-10-16) paragraphs [0001], [0002], [0006], [0007] - paragraph [0011]; figures 1-4 paragraph [0031] - paragraph [0035] -----	1,5,6
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	EP 2 475 025 A1 (LITHIUM ENERGY JAPAN [JP]) 11 July 2012 (2012-07-11) paragraph [0049] - paragraph [0108]; figures 11-12 -----	1,2,4-8, 10-18												
X	DE 10 2014 203846 A1 (HEEG O) 3 September 2015 (2015-09-03) paragraph [0008] - paragraphs [0012], [0019], [0023], [0037]; figure 1 paragraph [0041] - paragraph [0045] -----	1-11,18												
X	DE 10 2013 206581 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 16 October 2014 (2014-10-16) paragraphs [0001], [0002], [0006], [0007] - paragraph [0011]; figures 1-4 paragraph [0031] - paragraph [0035] -----	1,5,6												
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.														
* Special categories of cited documents : <table border="0"> <tr> <td> "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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			"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										
"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		Date of mailing of the international search report												
6 November 2017		14/11/2017												
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer												
		Topalov, Angel												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/075341

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2475025	A1	11-07-2012	CN 102593549 A 18-07-2012
			CN 105406151 A 16-03-2016
			DE 202012013288 U1 18-01-2016
			DE 202012013315 U1 24-06-2016
			EP 2475025 A1 11-07-2012
			JP 5804323 B2 04-11-2015
			JP 2012156124 A 16-08-2012
			KR 20120080543 A 17-07-2012
			US 2012177960 A1 12-07-2012
			US 2014363709 A1 11-12-2014
			US 2017040652 A1 09-02-2017

DE 102014203846	A1	03-09-2015	DE 102014203846 A1 03-09-2015
			US 2015247684 A1 03-09-2015

DE 102013206581	A1	16-10-2014	CN 105122539 A 02-12-2015
			DE 102013206581 A1 16-10-2014
			EP 2984700 A1 17-02-2016
			US 2016056512 A1 25-02-2016
			WO 2014166756 A1 16-10-2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/075341

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M10/625 H01M10/653 H01M10/6556 H01M10/6551 H01M10/6554 B60L11/18 F28F21/04 F28F21/06 F28F21/08 ADD. H01M10/052 H01M10/04		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M B60L F28F		
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	EP 2 475 025 A1 (LITHIUM ENERGY JAPAN [JP]) 11. Juli 2012 (2012-07-11) Absatz [0049] - Absatz [0108]; Abbildungen 11-12 -----	1,2,4-8, 10-18
X	DE 10 2014 203846 A1 (HEEG O) 3. September 2015 (2015-09-03) Absatz [0008] - Absätze [0012], [0019], [0023], [0037]; Abbildung 1 Absatz [0041] - Absatz [0045] -----	1-11,18
X	DE 10 2013 206581 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 16. Oktober 2014 (2014-10-16) Absätze [0001], [0002], [0006], [0007] - Absatz [0011]; Abbildungen 1-4 Absatz [0031] - Absatz [0035] -----	1,5,6
☐ 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 6. November 2017		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 14/11/2017
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 Topalov, Angel

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/075341

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2475025 A1	11-07-2012	CN 102593549 A	18-07-2012
		CN 105406151 A	16-03-2016
		DE 202012013288 U1	18-01-2016
		DE 202012013315 U1	24-06-2016
		EP 2475025 A1	11-07-2012
		JP 5804323 B2	04-11-2015
		JP 2012156124 A	16-08-2012
		KR 20120080543 A	17-07-2012
		US 2012177960 A1	12-07-2012
		US 2014363709 A1	11-12-2014
		US 2017040652 A1	09-02-2017

DE 102014203846 A1	03-09-2015	DE 102014203846 A1	03-09-2015
		US 2015247684 A1	03-09-2015

DE 102013206581 A1	16-10-2014	CN 105122539 A	02-12-2015
		DE 102013206581 A1	16-10-2014
		EP 2984700 A1	17-02-2016
		US 2016056512 A1	25-02-2016
		WO 2014166756 A1	16-10-2014
