(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
26. Oktober 2012 (26.10.2012)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/143253 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01M 10/48 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/056405

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. April 2012 (10.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102011007840.1 21. April 2011 (21.04.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **FLECKENSTEIN, Matthias** [DE/DE]; Echardinger Straße 3, 81673 München (DE). **FENKART, Marcel** [CH/DE]; Wohlfartstr.2, 80939 München (DE). **BOHLEN, Oliver** [DE/DE]; Schedelstrasse 1, 80687 München (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT**; Patentabteilung AJ-3, 80788 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE INTERNAL TEMPERATURE OF AN ENERGY STORE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERMITTLUNG DER INNENTEMPERATUR EINES ENERGIESPEICHERS

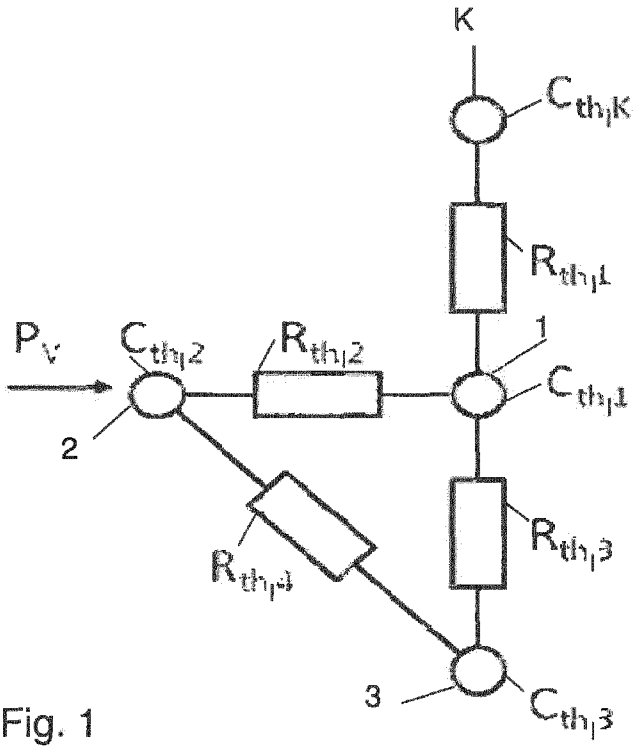


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the internal temperature of an electrochemical energy store (10), particularly for a motor vehicle, wherein the internal temperature of a cell winding (3) of the electrical energy store (10) is determined by means of a computer in a controller of the energy store (10) using a thermal model for the energy store (10) saved in said controller.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung der Innentemperatur eines elektrochemischen Energiespeichers (10), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bei dem in einem Steuergerät des Energiespeichers (10) mittels eines in diesem hinterlegten thermischen Modells für den Energiespeicher (10) rechnergestützt die Innentemperatur eines Zellwickels (3) des elektrischen Energiespeichers (10) ermittelt wird.

WO 2012/143253 A1

TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung der Innentemperatur eines Energiespeichers

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung der Innentemperatur eines elektro-chemischen Energiespeichers, insbesondere für ein Kraftfahrzeug.

Die Leistungsfähigkeit eines elektro-chemischen Energiespeichers hängt von dessen Betriebstemperatur ab. Dies gilt insbesondere, aber nicht nur, für solche Energiespeicher, welche Lithium-Ionen-Speicherzellen verwenden. Ein im Umfeld von Kraftfahrzeugen eingesetzter Energiespeicher umfasst typischerweise eine Vielzahl an Speicherzellen, die seriell und/oder parallel elektrisch miteinander verschaltet sind, um eine vorgegebene Ausgangsspannung und einen vorgegebenen Ausgangsstrom bereitstellen zu können. In den zur Zeit entwickelten Speichermodulen basieren die Speicherzellen auf der eingangs erwähnten Lithium-Ionen-Technologie. Diese werden idealerweise in einem definierten Temperaturbereich betrieben. Dieser kann beispielsweise zwischen den Temperaturen +5 °C und +40 °C definiert werden. Übersteigt die Betriebstemperatur der Speicherzellen die obere Temperaturgrenze, so ergibt sich eine beschleunigte Alterung, so dass häufig eine geforderte Lebensdauer nicht eingehalten werden kann. Werden die Speicherzellen hingegen unterhalb der unteren Temperaturgrenze betrieben, so reduziert sich die Leistungsfähigkeit der Zelle stark. Zusätzlich können die Speicherzellen in diesem Temperaturbereich nur ineffizient betrieben werden. Beim Einsatz von Energiespeichern im Umfeld von Kraftfahrzeugen werden diese deshalb temperiert.

Um die Temperierung der Speicherzellen exakt und effizient vornehmen zu können, ist eine möglichst präzise Kenntnis der Ist-Temperatur, d.h. der Innentemperatur der Speicherzellen erforderlich. Basierend auf der ermittelten Ist-Temperatur der Speicherzellen kann dann die Temperaturregelung zum Kühlen oder Heizen der Speicherzellen erfolgen. Die Erfassung der Temperatur des Energiespeichers erfolgt zumeist über einen Temperatursensor an der Gehäuseoberfläche des Energiespeichers oder einer einzelnen Speicherzelle. Der hier gemessene Temperaturwert entspricht jedoch nicht der tatsächlichen Innentemperatur des elektro-chemischen Energiespeichers. Hierfür wäre die direkte Messung der Innentemperatur eines Zellwickels einer der Speicherzellen erforderlich. Eine Messung der Innentemperatur einer Speicherzelle ist jedoch mit einem großen konstruktiven Aufwand verbunden. Zum einen würde der Herstellungsprozess des Energiespei-

chers aufwendiger, z.B. aufgrund der Kabelführung für den Temperatursensor. Zum anderen müssen weitere Maßnahmen getroffen werden, um die Ansprüche an die Dichtigkeit einer betreffenden Speicherzelle bzw. des Energiespeichers im Gesamten zu erfüllen.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen die Ermittlung der Innentemperatur eines elektro-chemischen Energiespeichers auf einfachere Weise möglich ist.

Diese Aufgaben werden gelöst durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 und einen elektro-chemischen Energiespeicher gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 11. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

Die Erfindung schafft ein Verfahren zur Ermittlung der Innentemperatur eines elektrochemischen Energiespeichers, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bei dem in einem Steuergerät des Energiespeichers mittels eines in diesem hinterlegten thermischen Modell für den elektrischen Energiespeicher rechnergestützt die Innentemperatur eines Zellwickels des elektrischen Energiespeichers ermittelt wird.

Die Erfindung schafft weiter einen elektro-chemischen Energiespeicher, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Steuergerät, in dem ein thermisches Modell des elektrischen Energiespeichers hinterlegt ist, wobei der Energiespeicher dazu ausgebildet ist, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen.

Durch die Erfindung kann auf einen Temperatursensor zur direkten Messung der Innentemperatur des elektro-chemischen Energiespeichers verzichtet werden, was der konstruktiven Gestaltung des Energiespeichers zu Gute kommt. Durch die Simulation der Innentemperatur unter Verwendung eines thermischen Modells für den Energiespeicher kann andererseits eine genauest mögliche Temperierung der Speicherzellen des Energiespeichers realisiert werden. Ein zeitlich homogenerer und wärmerer Betrieb des Energiespeichers durch eine präzisere Temperaturregelung führt zu einem insgesamt effizienteren Betrieb des Energiespeichers, ohne der Gefahr einer Schädigung von Speicherzellen des Energiespeichers. Ebenso ist die Gefahr minimiert, solche Temperaturgrenzen von Speicherzellen des Energiespeichers zu überschreiten, welche zu einer schnelleren

Alterung führen. Ein weiterer Vorteil der simulierten Innentemperatur des Energiespeichers besteht darin, dass ein genaueres Temperatursignal als Eingangssignal für weitere Aspekte einer Zustandserkennung, wie bspw. einer Ladezustandserkennung, verwendet werden kann. Hierdurch steigt auch die Genauigkeit weiterer Zustandsschätzungen.

Zweckmäßigerweise wird das thermische Modell des Energiespeichers aus thermischen Kapazitäten und thermischen Widerständen gebildet. Dabei ist ein thermischer Widerstand zwischen zwei der thermischen Kapazitäten angeordnet. Die thermischen Kapazitäten repräsentieren Komponenten des Energiespeichers, wie z.B. den Zellwickel einer oder mehrerer Speicherzellen, das Gehäuse einer Speicherzelle , ein Anschlussterminal der Speicherzelle, eine Kühleinrichtung usw. Mittels des thermischen Widerstands zwischen zwei der thermischen Kapazitäten wird ein Maß für die Wärmeableitung von einer thermischen Kapazität zu der anderen thermischen Kapazität berücksichtigt.

Insbesondere sind in dem thermischen Modell die thermischen Kapazitäten für den Zellwickel zumindest einer Speicherzelle des Energiespeichers, für das Gehäuse der Speicherzelle(n), für zumindest ein Anschlussterminal der Speicherzelle(n), und optional, für die Kühleinrichtung berücksichtigt. Die Berücksichtigung der Kühleinrichtung als thermische Kapazität in dem thermischen Modell ist optional, da die Kühleinrichtung in Abhängigkeit der Regelung ein- oder ausgeschaltet sein kann. Ist die Kühleinrichtung nicht aktiv, so kann diese in dem thermischen Modell vernachlässigt werden. Lediglich dann, wenn die Kühleinrichtung in Betrieb ist, braucht deren thermische Kapazität berücksichtigt zu werden.

Es ist ferner zweckmäßig, wenn in dem thermischen Modell auch eine Verlustleistung des Energiespeichers verarbeitet wird, welche z.B. aus einem messtechnisch erfassten Strom in dem Energiespeicher ermittelt wird. Die Berücksichtigung der Verlustleistung des Energiespeichers ist dann von Bedeutung, wenn im Rahmen der Simulation die Temperatur des Zellwickels einer der Speicherzellen ermittelt wird, da diese durch die Verlustleistung beeinflusst wird.

Es ist weiter zweckmäßig, wenn zumindest die Temperatur einer Komponente des Energiespeichers, welche eine der thermischen Kapazitäten mit Ausnahme des Zellwickels repräsentiert, messtechnisch ermittelt und in dem thermischen Modell berücksichtigt wird.

Vorzugsweise wird eine einfach zu messende Temperatur berücksichtigt, z.B. die an der Gehäuseaußenseite vorherrschende Temperatur. Alternativ kann die an einem Anschlussterminal vorherrschende Temperatur, aber auch die Temperatur der Kühleinrichtung, messtechnisch erfasst werden.

Für das thermische Modell werden iterativ für einen vorgegebenen Zeitschritt ausgetauschte Wärmemengen zwischen zwei benachbarten thermischen Kapazitäten aus deren Temperaturdifferenz nach folgender Formel ermittelt:

$$Q_{i\to i+1} = \frac{T_i - T_{i+1}}{R_{th,i\to i+1}} \Delta t \quad (1)$$

Anschließend werden für das thermische Modell iterativ aus den ermittelten Wärmemengen die Temperaturen für die thermischen Kapazitäten für jeden vorgegebenen Zeitschritt nach folgender Formel ermittelt:

$$T_i(t_0 + \Delta t) = T_i(t_0) + \frac{1}{C_{th,i}} \sum_{k=1}^{n} Q_k \quad (2)$$

Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren basiert somit auf der iterativen Bestimmung von Wärmeströmen für jede thermische Kapazität, aus denen dann die entsprechenden Temperaturen errechnet werden können. Da das erfindungsgemäße Verfahren „online", d.h. in Echtzeit, während des Betriebs des Steuergeräts des Energiespeichers ermittelt wird, müssen bei einem Neustart des Steuergeräts die in der Simulation verwendeten Startwerte zumindest mancher der Temperaturen zunächst initial festgelegt werden. Dabei ist zu unterscheiden, ob der Neustart des Steuergeräts innerhalb eines vorgegebenen Grenzwerts für die Stillstandszeit erfolgt oder ob der Neustart nach Verstreichen des vorgegebenen Grenzwerts der Stillstandszeit erfolgt. Im letzteren Fall kann davon ausgegangen werden, dass sämtliche Komponenten des Energiespeichers den gleichen Temperaturwert aufweisen. Somit kann anhand der nach dem Start des Steuergeräts festgestellten Messung des zumindest einen Temperaturwerts dieser auch für die Temperaturwerte der anderen Komponenten verwendet werden. Alternativ kann die Initialbedingung

als kontinuierliche Funktion der Stillstandszeit z.B. in Form einer Abklingkurve berechnet werden.

Wurde der vorgegebene Wert für die Stillstandszeit bei dem Neustart des Steuergeräts und damit der Wiederinbetriebnahme des Energiespeichers noch nicht erreicht, so weisen die Komponenten des Energiespeichers unterschiedliche Temperaturwerte auf. In diesem Fall ist es zweckmäßig, wenn nach einer Stillstandsphase bis zu einer vorgegebenen maximalen Zeitdauer des Energiespeichers Temperatur-Startwerte für die messtechnisch nicht erfassbaren oder messtechnisch nicht erfassten Temperaturen der Komponenten, welche thermische Kapazitäten repräsentieren, für die Anwendung des thermischen Modells rechnergestützt abgeschätzt werden. Hierdurch kann ein Startwert- -Fehler der ermittelten Temperatur nach jeder Standphase minimiert werden.

Die Minimierung des Offset-Fehlers kann dabei vor der in Echtzeit durchgeführten Simulation mathematisch abgeschätzt werden. Für die Abschätzung eines Temperatur-Startwertes nach der Stillstandsphase können in einer ersten Variante nachfolgende Schritte durchgeführt werden. Zunächst werden der betreffende, zuletzt vor der Stillstandsphase rechnergestützt ermittelte Temperaturwert und ein gemessener Temperaturwert an einer anderen Komponente der Speicherzelle abgespeichert. Am Ende der Stillstandsphase wird eine Temperaturdifferenz zwischen dem abgespeicherten gemessenen Temperaturwert und dem rechnergestützt ermittelten Temperaturwert errechnet, wobei der rechnergestützt ermittelte Temperaturwert vor der Bildung der Temperaturdifferenz mittels einer vorgegebenen Abklingkurve und der Länge der Stillstandsphase korrigiert wird. Die Temperaturdifferenz wird auf den am Ende der Stillstandsphase gemessenen Temperaturwert aufaddiert, wobei der sich hieraus ergebende Summenwert den Temperatur-Standwert ergibt.

Zusätzlich kann für die schnellstmögliche Korrektur des verbleibenden Startwertfehlers in der Anfangsphase jeder Simulation und auch zur Minimierung der Abweichung zwischen Simulation und Realität während der gesamten Simulationszeit ein regelungstechnischer Beobachter eingesetzt werden. Mit Hilfe des regelungstechnischen Beobachters kann vorteilhaft gleichzeitig eine gemessene Oberflächentemperatur in dem thermischen Modell mitgerechnet werden. Beispielsweise kann dies für die Stromabgriffstemperatur bei einer gegebenen Temperatur der Kühleinrichtung erfolgen.

Die Erfindung wird nachfolgend näher anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein thermisches Ersatzschaltbild eines vereinfachten elektro-chemischen Energiespeichers, insbesondere für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug,

Fig. 2 ein Temperatur-Zeit-Diagramm, anhand dem das Vorgehen zur Ermittlung von Simulationsstartwerten für messtechnisch nicht erfasste Temperaturkomponenten nach einer Stillstandsphase erläutert wird, und

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines regelungstechnischen Beobachters zur Minimierung von Fehlerabweichungen in dem thermischen Modells des Energiespeichers gemäß Fig. 1.

Fig. 1 zeigt ein thermisches Ersatzschaltbild für einen elektro-chemischen Energiespeicher, wie er bspw. in einem elektrisch betriebenen Kraftfahrzeug zum Einsatz kommen kann. Ein solcher Energiespeicher umfasst bspw. eine Mehrzahl an hintereinander angeordneten, prismatischen Speicherzellen. Prinzipiell könnte der elektro-chemische Energiespeicher auch aus einer Vielzahl an zylindrischen Speicherzellen gebildet sein. Jede der Speicherzellen weist zwei Anschlussterminals auf. Das erste Anschlussterminal stellt bspw. den Plus-Pol, das zweite Anschlussterminal den Minus-Pol der Speicherzelle dar. Üblicherweise ist der Plus-Pol elektrisch mit dem Gehäuse der Speicherzelle verbunden. Die Speicherzellen sind derart hintereinander angeordnet, dass benachbart zu einem ersten Anschlussterminal einer Speicherzelle das zweite Anschlussterminal der benachbarten Speicherzelle zum Liegen kommt. Dadurch, dass jeweils zwei benachbarte zueinander angeordnete Anschlussterminals nebeneinander angeordnet sind, kann unter Verwendung von Anschlusselementen eine serielle Verschaltung der Speicherzellen erfolgen. Es ist auch möglich, dass bei benachbart zueinander angeordnete gleiche Anschlussterminals nebeneinander angeordnet sind, um benachbarte Speicherzellen parallel zu verschalten. Damit können von dem Energiespeicher höhere Ströme bereitgestellt werden.

Die Gesamtheit an Speicherzellen ist üblicherweise in einem Gehäuse angeordnet. Typischerweise am Boden des Gehäuses ist eine Kühl- und Heizvorrichtung angeordnet, wel-

che in das Gehäuse integriert sein kann, um die Speicherzellen beim Betrieb des Energiespeichers in einem vorgeschriebenen Temperaturbereich zu halten.

Speicherzellen eines Energiespeichers für die Verwendung in einem Kraftfahrzeug basieren derzeit üblicherweise auf der Lithium-Ionen-Technologie. Derartige Speicherzellen sind in einem definierten Temperaturbereich zu betreiben. Dieser kann beispielsweise zwischen+5 °C bis +40 °C definiert sein. Temperaturen oberhalb von +40 °C können zu einer reduzierten Lebensdauer der Zellen führen. Ein Betrieb bei Temperaturen unterhalb von +5 °C führt zu einer verminderten Leistungsfähigkeit und einer geringeren Effizienz der jeweiligen Speicherzelle im Betrieb. Diese Problematik gilt - mit eventuell anderen Temperaturgrenzen - auch für andere Typen von Speicherzellen. Je präziser die tatsächliche Temperatur im Inneren einer jeweiligen Speicherzelle ermittelt wird, desto präziser kann die Kühlung bzw. Heizung der Speicherzellen des Energiespeichers erfolgen.

Erfindungsgemäß wird anstelle einer tatsächlichen Messung die Innentemperatur des Energiespeichers durch Simulation unter Verwendung eines in einem Steuergerät des Energiespeichers hinterlegten thermischen Modells rechnergestützt ermittelt. In der vorliegenden Beschreibung ist unter der Innentemperatur dabei die im Inneren einer Speicherzelle auftretende Temperatur zu verstehen, welche der Temperatur des sog. Zellwickels, in dem die elektro-chemischen Vorgänge der Speicherzelle stattfinden, entspricht.

Hierzu wird ein thermisches Modell des Energiespeichers verwendet, welches thermische Kapazitäten $C_{th,i}$, wobei $i = 1$ bis k ist, und thermische Widerstände $R_{th,j}$, wobei $j = 1$ bis 4 ist, umfasst. In dem in Fig. 1 dargestellten vereinfachten thermischen Modell sind thermische Kapazitäten $C_{th,1}$, $C_{th,2}$, $C_{th,3}$ und $C_{th,k}$ für das Gehäuse 1 einer Energiespeicherzelle, den Zellwickel 2 einer der Speicherzellen des Energiespeichers, ein Zell- bzw. Anschlussterminal 3 einer Speicherzelle und eine optionale Kühleinrichtung K berücksichtigt. Entsprechend den in dem Energiespeicher möglichen Wärmepfaden sind die thermischen Widerstände $R_{th,1}$, $R_{th,2}$, $R_{th,3}$ und $R_{th,4}$ zwischen jeweils zwei der thermischen Kapazitäten angeordnet. Der Widerstand $R_{th,1}$ stellt den thermischen Widerstand zwischen der Kühleinrichtung und dem Gehäuse 1 dar. $R_{th,2}$ repräsentiert den thermischen Widerstand zwischen dem Gehäuse 1 und dem Zellwickel 2. $R_{th,3}$ repräsentiert den thermischen Widerstand zwischen dem Gehäuse 1 und dem Zellterminal 3. $R_{th,4}$ repräsentiert den thermischen Widerstand zwischen dem Zellwickel 2 und dem Zell- bzw. An-

schlussterminal 3. Im Betrieb des Energiespeichers stellen sich an den die thermischen Kapazitäten repräsentierenden Komponenten 1, 2, 3, K Temperaturen T1, T2, T3 und Tk ein.

Eine Berücksichtigung der thermischen Kapazität Cth,k der Kühlvorrichtung K und des zugeordneten thermischen Widerstandes Rth,1 kann in Abhängigkeit davon erfolgen, ob die Kühleinrichtung betrieben wird oder nicht. Wird die Kühleinrichtung nicht aktiv zur Temperierung des Energiespeichers betrieben, so können die genannten Komponenten vernachlässigt werden. Lediglich bei aktivierter Kühleinrichtung ist die Berücksichtigung der genannten Komponenten zweckmäßig.

In dem thermischen Modell wird weiterhin eine Verlustleistung PV des Energiespeichers berücksichtigt. Diese kann bspw. indirekt aus einem messtechnisch erfassten Strom in dem Energiespeicher ermittelt werden.

Zur Simulation der Innentemperatur des Energiespeichers ist es zweckmäßig, wenn wenigstens eine der Temperaturen T1, T3, Tk des Gehäuses 1, des Zell- bzw. Anschlussterminals 3 oder der Kühlvorrichtung K ermittelt wird. Hierdurch kann die Innentemperatur des Energiespeichers in kurzer Zeit korrekt bestimmt werden. Prinzipiell könnte jedoch auch auf eine derartige messtechnische Bereitstellung eines Temperatursignals verzichtet werden. Allerdings würde dann die korrekte Ermittlung der Innentemperatur des Energiespeichers eine sehr viel größere Zeit in Anspruch nehmen.

Die Innentemperatur des Energiespeichers wird „online", d.h. in Echtzeit, rechnergestützt in dem dem Energiespeicher zugeordneten Steuergerät ermittelt. Hierzu werden iterativ für jeden Zeitschritt Δt die ausgetauschte Wärmemenge Q zwischen zwei benachbarten thermischen Kapazitäten Cth, i und Cth, i+1 aus deren Temperaturdifferenz Ti-Ti+1 bestimmt. Da der Wärmestrom $Q/\Delta t$ von einer thermischen Kapazität i zu einer thermischen Kapazität i+1 während eines Zeitschritts als konstant angenommen werden kann, bestimmt sich die ausgetauschte Wärmemenge während eines Zeitschritts gemäß Gleichung (1) zu

$$Q_{i\to i+1} = \frac{T_i - T_{i+i}}{R_{th,i\to i+1}} \Delta t \,. \qquad (1)$$

Die Temperatur an der thermischen Kapazität Cth,i lässt sich anschließend explizit für jeden Zeitschritt mit Hilfe der Wärmestrombilanz gemäß Gleichung (2)

$$T_i(t_0 + \Delta t) = T_i(t_0) + \frac{1}{C_{th,i}} \sum_{k=1}^{n} Q_k \qquad (2)$$

ermitteln. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass für jede der durch eine thermische Kapazität repräsentierten Komponenten 1, 2, 3, K eine Wärmemengenbilanz aufgestellt wird, bei der von der thermischen Kapazität abgehende Wärmemenge und in die betreffende thermische Kapazität fließende Wärmemenge aufaddiert werden. Die Wärmemengen können anhand der Temperaturunterschiede zu den jeweils benachbarten thermischen Kapazitäten ermittelt werden. Obwohl für die Durchführung der Regelung einer Kühlung bzw. Heizung des Energiespeichers lediglich die Innentemperatur der Energiespeicherzellen von Interesse ist, werden für die Ermittlung dieser Temperatur auch die Temperaturen der benachbarten thermischen Kapazitäten benötigt, so dass diese wahlweise durch Simulation ermittelt und/oder messtechnisch erfasst werden.

Um in der Simulation einen Startwert-Fehler der rechnergestützt ermittelten Temperatur(en) der Komponenten nach jeder Stillstandsphase des Energiespeichers möglichst gering zu halten, ist weiter vorgesehen, die für die Simulation verwendeten Temperatur-Startwerte vor der Durchführung der iterativen Simulation mathematisch abzuschätzen. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn die Stillstandsdauer unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegt, welcher abhängig von dem Typ und der Geometrie des Energiespeichers ist. Der Schwellwert für die Stillstandsphase ist bei prismatischen Speicherzellen je nach Zellgröße in etwa zwischen 1 und 3 Stunden. Umfasst der Energiespeicher zylindrische Speicherzellen, so liegt der Grenzwert je nach Zellgröße für die Stillstandsphase zwischen 0,5 und 2 Stunden. Die mathematische Abschätzung der Temperatur-Startwerte erfolgt lediglich dann, wenn die Stillstandsphase geringer als der für den Energiespeicher vorgegebene Grenzwert ist. Bei einer über den Grenzwert hinausgehenden Stillstandsphase kann davon ausgegangen werden, dass sich die an den rele-

vanten Komponenten vorherrschenden Temperaturen aneinander angeglichen haben. Somit kann als Startwert, der durch eine Messung ermittelte Temperaturwert bspw. des Zellterminals 3 verwendet werden.

Ist die Stillstandsphase hingegen kleiner als der vorgegebene Grenzwert, so erfolgt eine wie nachfolgend beschriebene Abschätzung des Temperatur-Startwertes. Das Prinzip ist dabei schematisch in Fig. 2 dargestellt. Fig. 2 zeigt ein Temperatur-Zeit-Diagramm. In diesem sind die Temperaturverläufe für den Zellwickel (T2) und das Zell- bzw. Anschlussterminal (T3) über die Zeit dargestellt. Zwischen t0 und t1 ist der Energiespeicher in Betrieb, wobei der Temperaturwert T3 gemessen und der Temperaturwert T2 des Zellwickels über das thermische Modell simuliert ist. Zum Zeitpunkt t1 beginnt eine Stillstandsphase (Standphase), d.h. es erfolgt keine Energieentnahme aus dem Energiespeicher und keine Einspeisung in den Energiespeicher. Die Stillstandsphase dauert bis zum Zeitpunkt t2. Zur Minimierung eines Startwert-Fehlers der ermittelten Temperatur in der Simulation wird zunächst zum Beginn der Stillstandsphase, d.h. zum Zeitpunkt t1 der gemessene Temperaturwert T3 (t1) sowie der rechentechnisch ermittelte Temperaturwert T2 (t1) in dem Steuergerät abgespeichert. Am Ende der Stillstandsphase, d.h. zum Zeitpunkt t2, wird der Energiespeicher wieder in Betrieb genommen.

Hierbei wird durch das Steuergerät zunächst die Länge der Stillstandsphase, d.h. t2-t1, ermittelt. Mit Hilfe von in dem Steuergerät hinterlegten Abklingkurven für den Zellwickel T2 kann eine Temperaturdifferenz ΔTsim zu der Referenztemperatur T3 (t1) ermittelt werden. Die Abklingkurve ist in guter Annäherung eine Exponentialfunktion mit angepasster Zeitkonstante. Aus der Abklingkurve und der Länge der Stillstandsphase kann die Innentemperatur des Zellwickels T2‘ (t2) zum Zeitpunkt t2 errechnet werden. Die Differenz zur abgespeicherten Temperatur des Zellterminals T3‘ (t2) ergibt die gesuchte Temperaturdifferenz ΔTsim. Dabei wird davon ausgegangen, dass T3‘ (t2) der abgespeicherten Temperatur T3 (t1) zum Zeitpunkt t1 entspricht. Die errechnete Temperaturdifferenz ΔTsim wird anschließend auf den ersten Messwert am Zellterminal T3 (t2) addiert. Hieraus ergibt sich der Temperatur-Startwert T2 (t2) zum Zeitpunkt t2.

Um zusätzlich nach der Stillstandsphase eine schnellstmögliche Korrektur des verbleibenden Startwertfehlers durchzuführen und auch um die Abweichung zwischen Simulation und Realität während der gesamten Simulationszeit zu minimieren kann ein regelungs-

technischer Beobachter verwendet werden. Ein solcher Beobachter 20 ist in Verbindung mit einem Energiespeicher 10 in Fig. 3 dargestellt. Der Beobachter 20 ist als Luenberger-Beobachter aufgebaut, welcher aus dem Stand der Technik bekannt ist. Bei Verwendung eines Beobachters zur Minimierung eines Startwert- oder Offset-Fehlers kann die gemessene Temperatur, bspw. am Zellterminal, im Beobachtermodell zeitgleich mitgerechnet werden. Hierdurch kann die Simulation an den Messwert angepasst werden.

Die Beschreibung des thermischen Modells durch Differentialgleichungen gemäß den Gleichungen (1) und (2) kann in den Zustandsraum überführt werden. Der letzte Term der rechten Seite von Gleichung (3) und (4) gibt die Rückführung des Temperatur-Messsignals vom Zellterminal in die Simulation wieder

$$\dot{x} = A \cdot x + B \cdot u + L(y - \hat{y}) \qquad (3)$$

$$\begin{pmatrix} \dot{T}_1 \\ \dot{T}_2 \\ \dot{T}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{1}{C_1R_1} - \frac{1}{C_1R_2} - \frac{1}{C_1R_3} & \frac{1}{C_1R_2} & \frac{1}{C_1R_3} \\ \frac{1}{C_2R_2} & -\frac{1}{C_2R_2} - \frac{1}{C_2R_4} & \frac{1}{C_2R_4} \\ \frac{1}{C_3R_3} & \frac{1}{C_3R_4} & -\frac{1}{C_3R_3} - \frac{1}{C_3R_4} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{C_1R_1} \\ \frac{1}{C_2} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} P_V \\ T_K \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \end{pmatrix} \cdot (y - \hat{y}) \qquad (4)$$

$$y = C \cdot x \qquad (5)$$

$$y = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{pmatrix} \qquad (6).$$

Gleichung (3), (4), (5) und (6) repräsentieren die Zustandsraumdarstellung des thermischen Modells in Kombination mit einem Luenberger-Beobachter entsprechend Fig. 3 in einer dem Fachmann bekannten Weise . Das thermische Modell wird somit in dem Steuergerät mitsimuliert.

Abweichungen zwischen Simulation und gemessenen Temperaturwerten können mit einer Korrekturmatrix L multipliziert und in das thermische Modell zurückgeführt werden. Der Beobachter 20 kann damit auf Ungenauigkeiten des Modells und der Startwertermittlung reagieren. Der Temperatur-Startwert wird in den Beobachter bei x_0 eingespeist.

Bezugszeichenliste

1	Gehäuse
2	Zellterminal
3	Zellwickel
K	Kühleinrichtung
10	Energiespeicher
20	Beobachter
T1	Temperatur des Gehäuses
T2	Temperatur des Zellterminals
T3	Temperatur des Zellwickels
TK	Temperatur der Kühleinrichtung
T2(t1)	Temperatur des Zellterminals zum Zeitpunkt t1
T3(t1)	Temperatur des Zellwickels zum Zeitpunkt t1
T2'(t2)	zum Zeitpunkt t1 gespeicherte Temperatur des Zellterminals zum Zeitpunkt t2
T3'(t2)	errechnete Temperatur des Zellwickels zum Zeitpunkt t2
T2(t2)	Temperatur-Startwert des Zellterminals zum Zeitpunkt t2
T3(t2)	gemessene Temperatur des Zellwickels zum Zeitpunkt t2
PV	Verlustleistung
Cth,1	thermische Kapazität des Gehäuses
Cth,2	thermische Kapazität des Zellterminals
Cth,3	thermische Kapazität des Zellwickels
Cth,K	thermische Kapazität der Kühleinrichtung
Rth,1	thermischer Widerstand des Gehäuses
Rth,2	thermischer Widerstand des Zellterminals
Rth,3	thermischer Widerstand des Zellwickels
Rth,K	thermischer Widerstand der Kühleinrichtung
T	Temperatur
t	Zeit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Innentemperatur eines elektro-chemischen Energiespeichers (10), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bei dem in einem Steuergerät des Energiespeichers (10) mittels eines in diesem hinterlegten thermischen Modells für den Energiespeicher (10) rechnergestützt die Innentemperatur eines Zellwickels (3) des elektrischen Energiespeichers (10) ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das thermische Modell des Energiespeichers (10) aus thermischen Kapazitäten (Cth,i, wobei i = 1 bis k) und thermischen Widerständen (Rth,j, wobei j = 1 bis 4) gebildet wird, wobei ein thermischer Widerstand (Rth,j) zwischen zwei der thermischen Kapazitäten (Cth,i) angeordnet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem in dem thermischen Modell die thermischen Kapazitäten (Cth,i) für den Zellwickel (2) zumindest einer Speicherzelle des Energiespeichers (10), für das Gehäuse (1) dieser Speicherzelle(n) (10), für zumindest ein Anschlussterminal (3) der Speicherzelle(n), und optional, für eine Kühleinrichtung (K) berücksichtigt sind.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in dem thermischen Modell eine Verlustleistung des Energiespeichers (10) verarbeitet wird, welche aus einem messtechnisch erfassten Strom in dem Energiespeicher (10) ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zumindest die Temperatur einer Komponente des Energiespeichers (10), welche eine der thermischen Kapazitäten (Cth,i) mit Ausnahme des Zellwickels repräsentiert, messtechnisch ermittelt und in dem thermischen Modell berücksichtigt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem für das thermische Modell iterativ für einen vorgegebenen Zeitschritt die ausgetauschte Wärmemenge zwischen zwei benachbarten thermischen Kapazitäten (Cth,i) aus deren Temperaturdifferenz nach folgender Formel ermittelt werden:

$$Q_{i\to i+1} = \frac{T_i - T_{i+1}}{R_{th,i\to i+1}} \Delta t$$

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem für das thermische Modell iterativ aus den ermittelten ausgetauschten Wärmemengen die Temperaturen für die thermischen Kapazitäten für jeden vorgegebenen Zeitschritt nach folgender Formel ermittelt werden:

$$T_i(t_0 + \Delta t) = T_i(t_0) + \frac{1}{C_{th,i}} \sum_{k=1}^{n} Q_k$$

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nach einer Stillstandsphase bis zu einer vorgegebenen maximalen Zeitdauer des Energiespeichers (10) Temperatur-Startwerte (Ti, wobei i = 1 bis k) für die messtechnisch nicht erfassbaren oder messtechnisch nicht erfassten Temperaturen der Komponenten, welche thermische Kapazitäten (Cth,i) repräsentieren, für die Anwendung des thermischen Modells rechnergestützt abgeschätzt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem für die Abschätzung eines Temperatur-Startwertes (Ti) nach der Stillstandsphase
   - der betreffende, zuletzt vor der Stillstandsphase rechnergestützt ermittelte Temperaturwert und ein gemessener Temperaturwert abgespeichert werden;
   - am Ende der Stillstandsphase eine Temperaturdifferenz zwischen dem abgespeicherten gemessenen Temperaturwert und dem rechnergestützt ermittelten Temperaturwert errechnet wird, wobei der rechnergestützt ermittelte Temperaturwert vor der Bildung der Temperaturdifferenz mittels einer vorgegebenen Abklingkurve und der Länge der Stillstandsphase korrigiert wird;
   - die Temperaturdifferenz auf den am Ende der Stillstandsphase gemessenen Temperaturwert aufaddiert wird, wobei der sich hieraus ergebende Summenwert den Temperatur-Startwert (Ti) ergibt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, bei dem in der Simulation für die Fehlerkorrektur eines Temperatur-Startwertes (Ti) nach der Stillstandsphase ein regelungstechnischer Beobachter (20) eingesetzt wird.

11. Elektro-chemischer Energiespeicher (10), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit einem Steuergerät, in dem ein thermisches Modell des Energiespeichers (10) hinterlegt ist, wobei dieser dazu ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

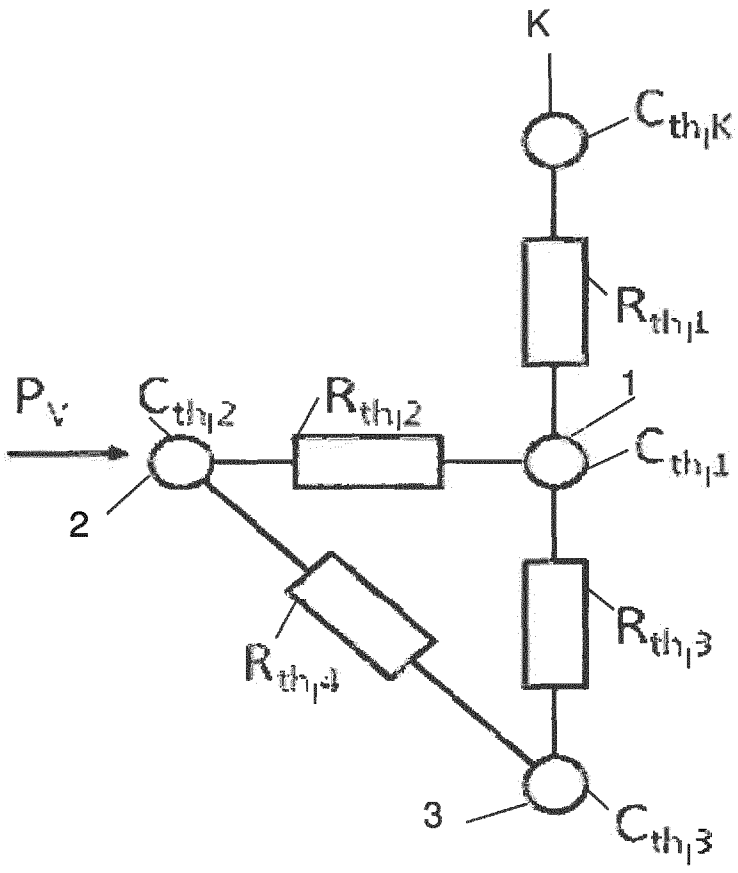


Fig. 1

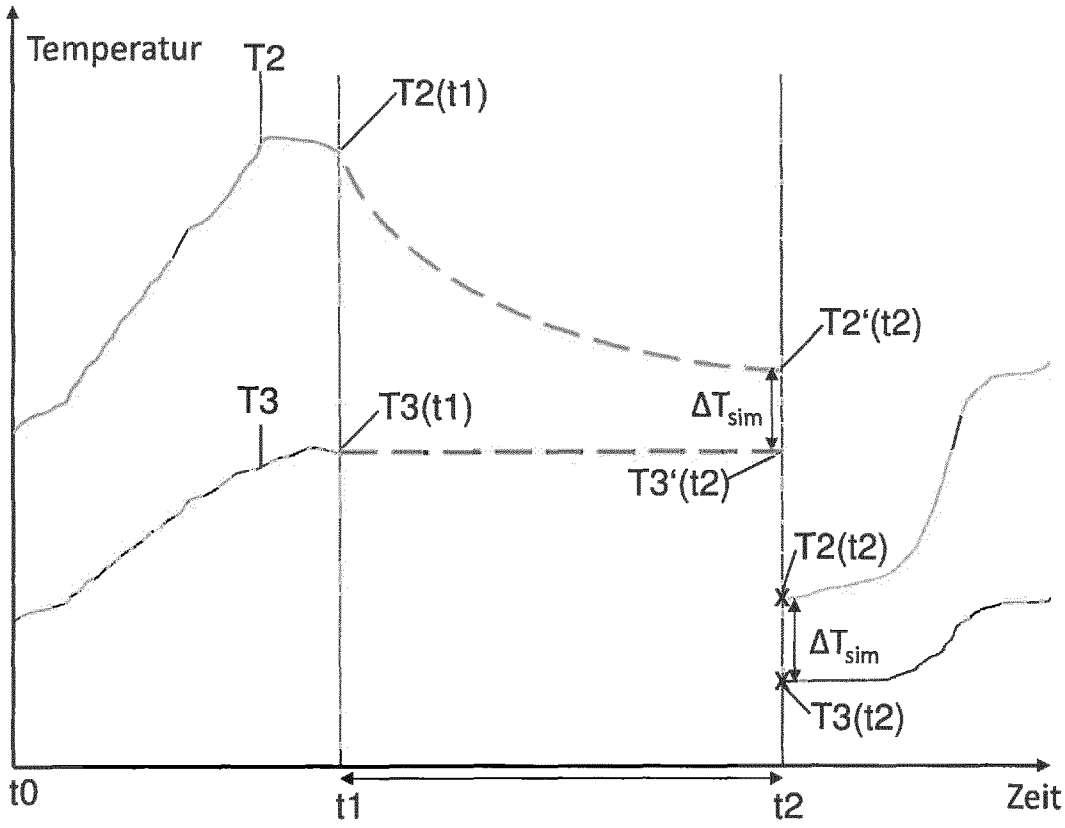

Temperatur
T2
T2(t1)
T2'(t2)
T3
T3(t1)
ΔTsim
T3'(t2)
T2(t2)
ΔTsim
T3(t2)
t0
t1
t2
Zeit

Fig. 2

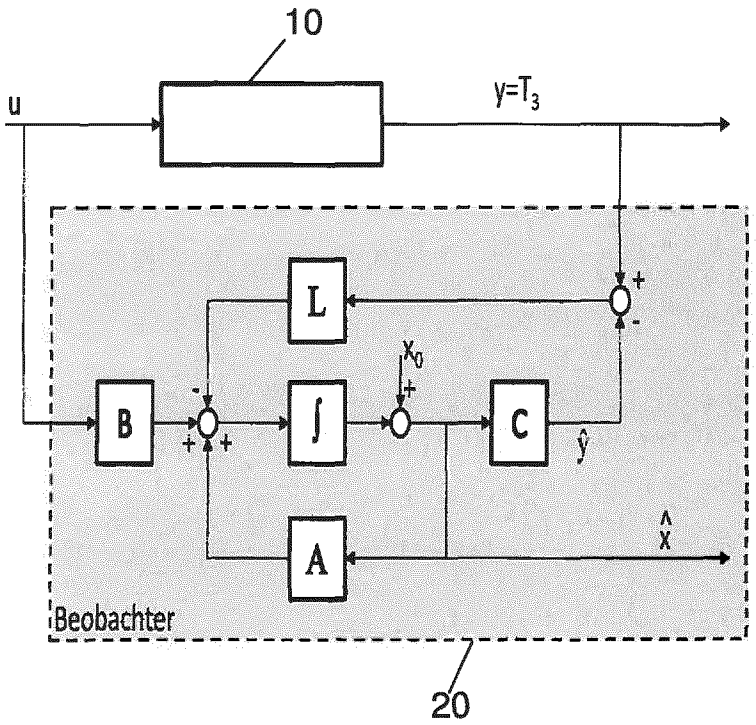


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/056405

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01M10/48
ADD.

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 10 2009 037088 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 17 February 2011 (2011-02-17) paragraphs [0045] - [0058] claims 1,3-11	1-7,11
X	WO 97/34133 A1 (GLOBE UNION INC [US]) 18 September 1997 (1997-09-18) page 3, lines 12-29 page 5, line 27 - page 7, line 15	1,2,5-7, 11
X	DE 10 2007 049707 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23 April 2009 (2009-04-23) paragraph [0019] claims 1-7 figure 2	1,5,6, 8-11

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
7 June 2012	14/06/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Knoflacher, Andreas

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/056405

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98/22830 A2 (PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; PHILIPS NORDEN AB [SE]) 28 May 1998 (1998-05-28) page 5, lines 4-14 page 33, line 20 - page 36, line 3 page 37, lines 1-4	1,2,4,6, 7,11
X	US 6 076 964 A (WU ZHIJIAN JAMES [US] ET AL) 20 June 2000 (2000-06-20) column 2, lines 15-29 claims 1,8-10	1,11
A	DOUGHTY D H ET AL: "Lithium battery thermal models", JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER SA, CH, vol. 110, no. 2, 22 August 2002 (2002-08-22), pages 357-363, XP004393634, ISSN: 0378-7753, DOI: 10.1016/S0378-7753(02)00198-2 the whole document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/056405

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009037088 A1	17-02-2011	CN 102473975 A	23-05-2012
		DE 102009037088 A1	17-02-2011
		EP 2465162 A1	20-06-2012
		WO 2011018130 A1	17-02-2011
WO 9734133 A1	18-09-1997	AU 2200497 A	01-10-1997
		US 5711605 A	27-01-1998
		WO 9734133 A1	18-09-1997
DE 102007049707 A1	23-04-2009	DE 102007049707 A1	23-04-2009
		EP 2071344 A1	17-06-2009
WO 9822830 A2	28-05-1998	DE 69730413 D1	30-09-2004
		DE 69730413 T2	08-09-2005
		EP 0880710 A2	02-12-1998
		JP 2000504477 A	11-04-2000
		US 6016047 A	18-01-2000
		WO 9822830 A2	28-05-1998
US 6076964 A	20-06-2000	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/056405

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01M10/48
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 2009 037088 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 17. Februar 2011 (2011-02-17) Absätze [0045] - [0058] Ansprüche 1,3-11	1-7,11
X	WO 97/34133 A1 (GLOBE UNION INC [US]) 18. September 1997 (1997-09-18) Seite 3, Zeilen 12-29 Seite 5, Zeile 27 - Seite 7, Zeile 15	1,2,5-7, 11
X	DE 10 2007 049707 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. April 2009 (2009-04-23) Absatz [0019] Ansprüche 1-7 Abbildung 2	1,5,6, 8-11

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Juni 2012	14/06/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Knoflacher, Andreas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/056405

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98/22830 A2 (PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; PHILIPS NORDEN AB [SE]) 28. Mai 1998 (1998-05-28) Seite 5, Zeilen 4-14 Seite 33, Zeile 20 - Seite 36, Zeile 3 Seite 37, Zeilen 1-4	1,2,4,6, 7,11
X	US 6 076 964 A (WU ZHIJIAN JAMES [US] ET AL) 20. Juni 2000 (2000-06-20) Spalte 2, Zeilen 15-29 Ansprüche 1,8-10	1,11
A	DOUGHTY D H ET AL: "Lithium battery thermal models", JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER SA, CH, Bd. 110, Nr. 2, 22. August 2002 (2002-08-22), Seiten 357-363, XP004393634, ISSN: 0378-7753, DOI: 10.1016/S0378-7753(02)00198-2 das ganze Dokument	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/056405

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009037088 A1	17-02-2011	CN 102473975 A	23-05-2012
		DE 102009037088 A1	17-02-2011
		EP 2465162 A1	20-06-2012
		WO 2011018130 A1	17-02-2011
WO 9734133 A1	18-09-1997	AU 2200497 A	01-10-1997
		US 5711605 A	27-01-1998
		WO 9734133 A1	18-09-1997
DE 102007049707 A1	23-04-2009	DE 102007049707 A1	23-04-2009
		EP 2071344 A1	17-06-2009
WO 9822830 A2	28-05-1998	DE 69730413 D1	30-09-2004
		DE 69730413 T2	08-09-2005
		EP 0880710 A2	02-12-1998
		JP 2000504477 A	11-04-2000
		US 6016047 A	18-01-2000
		WO 9822830 A2	28-05-1998
US 6076964 A	20-06-2000	KEINE	