

(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
22. November 2012 (22.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/156091 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H01M 10/04 (2006.01) *H01M 10/48* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2012/002120
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
16. Mai 2012 (16.05.2012)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2011 101 762.7 17. Mai 2011 (17.05.2011) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** LI-TEC BATTERY GMBH [DE/DE]; Am Wiesengrund 7, 01917 Kamenz (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** SCHAEFER, Tim [DE/DE]; Am Sportplatz 15, 99768 Harztor (DE). LACHENMEIER, Walter [DE/DE]; Kastanienweg 50, 53757 Sankt Augustin (DE).
- (74) **Anwalt:** WALLINGER, Michael; Wallinger Ricker Schlotter Tostmann, Zweibrückenstrasse 5-7, 80331 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR INCREASING THE CHARGING CAPACITY OF AN ELECTROCHEMICAL CELL COMPRISING A SENSOR, ELECTROCHEMICAL CELL COMPRISING A SENSOR AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR ERHÖHUNG DER LADEKAPAZITÄT EINER ELEKTROCHEMISCHEN ZELLE MIT SENSOR, ELEKTROCHEMISCHE ZELLE MIT SENSOR UND DEREN HERSTELLUNGSVERFAHREN

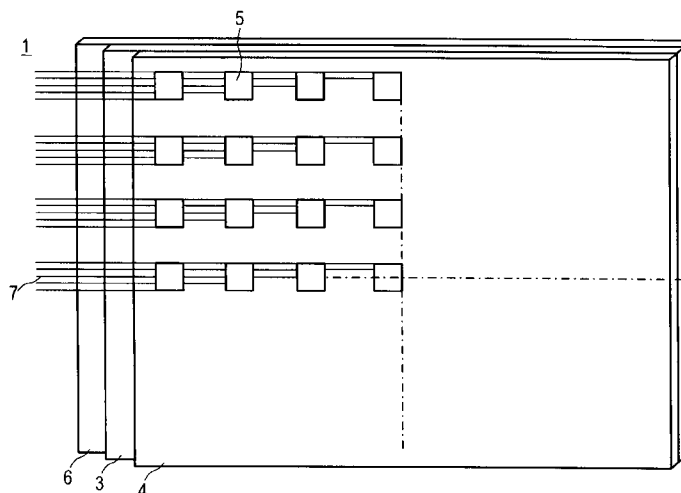


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for increasing the charging capacity of an electrochemical cell (1) having at least one first active electrode (2), preferably an anode and at least one second active electrode (3), preferably a cathode, at least one separator (4), a number of sensors (5), preferably magnetoresistive sensors and sensor lines (7), which are preferably control and/or measurement lines and are connected to the sensors (5). The number of sensors (5) is located on and/or in the separator (4) between the first active electrode (2) and the second active electrode (3), or on the first active electrode (2) and/or on the second active electrode (3). Said method has the following steps: (S11) detecting the parameter data ($D_{Par.}$) of the individual cell (1) that is to be analysed, by means of the sensors (5); (S12) transmitting the detected parameter data ($D_{Par.}$) to a control unit by means of the sensor lines (7); (S13) assigning the detected parameter data ($D_{Par.}$) to the electrochemical cell (1) and

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/156091 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

preferably storing the parameter data ($D_{\text{Par.}}$) relating to the electrochemical cell (1); (S14) determining, by means of the control unit, if a predefined relationship exists between the parameter data ($D_{\text{Par.}}$) and predefined parameter values ($W_{\text{Par.}}$, $W_{\text{Par.1}}$, $W_{\text{Par.2}}$, $W_{\text{Par.3}}$, $W_{\text{Par.4}}$, $W_{\text{Par.5}}$) for the electrochemical cell (1) that has been assigned the parameter data; and (S15) carrying out treatment steps for the electrochemical cell (1), if the existence of a predefined relationship between the parameter data ($D_{\text{Par.}}$) and the predefined parameter values ($W_{\text{Par.}}$, $W_{\text{Par.1}}$, $W_{\text{Par.2}}$, $W_{\text{Par.3}}$, $W_{\text{Par.4}}$, $W_{\text{Par.5}}$) has been determined in step (S14).

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle (1), die mindestens eine erste Aktivelektrode (2), vorzugsweise eine Anode, und mindestens eine zweite Aktivelektrode (3), vorzugsweise eine Kathode, und mindestens einen Separator (4) und eine Anzahl an Sensoren (5), vorzugsweise magnetoresistiven Sensoren und mit den Sensoren (5) verbundene Sensorleitungen (7), vorzugsweise Steuer- und/oder Messleitungen aufweist, wobei die Anzahl an Sensoren (5) zwischen der ersten Aktivelektrode (2) und der zweiten Aktivelektrode (3) an und/oder in dem Separator (4) bzw. an der ersten Aktivelektrode (2) und/ oder an der zweiten Aktivelektrode (3) abgeordnet ist, weist die Schritte auf: (S11) Erfassen von Parameterdaten ($D_{\text{Par.}}$) der individuellen zu untersuchenden elektrochemischen Zelle (1) mittels der Sensoren (5), (S12) Übermitteln der Parameterdaten ($D_{\text{Par.}}$) mit den Sensorleitungen (7) an eine Steuereinheit, (S13) Zuweisen der elektrochemischen Zelle (1) zu den Parameterdaten ($D_{\text{Par.}}$), vorzugsweise Abspeichern der Parameterdaten ($D_{\text{Par.}}$) zu der elektrochemischen Zelle (1), und (S14) Bestimmen mittels der Steuereinheit, ob für die den Parameterdaten zugewiesene elektrochemische Zelle (1) eine vorbestimmte Beziehung der Parameterdaten ($D_{\text{Par.}}$) in Bezug auf vorbestimmte Parameterwerte ($W_{\text{Par.}}$, $W_{\text{Par.1}}$, $W_{\text{Par.2}}$, $W_{\text{Par.3}}$, $W_{\text{Par.4}}$, $W_{\text{Par.5}}$) vorliegt, und (S15) Durchführen von Bearbeitungsschritten an der elektrochemischen Zelle (1), wenn in dem Schritt (S14) des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der Parameterdaten ($D_{\text{Par.}}$) in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte ($W_{\text{Par.}}$, $W_{\text{Par.1}}$, $W_{\text{Par.2}}$, $W_{\text{Par.3}}$, $W_{\text{Par.4}}$, $W_{\text{Par.5}}$) bestimmt worden ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle und ein Verfahren zur Herstellung der an das Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität angepassten elektrochemischen Zellen und diese elektrochemische Zellen sowie eine entsprechende Batterie bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach Anspruch 1, durch ein Herstellungsverfahren für eine an das Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität angepasste elektrochemische Zelle nach Anspruch 7 und durch eine elektrochemische Zelle nach Anspruch 12 sowie durch eine Batterie nach Anspruch 15 gelöst. Die Unteransprüche beziehen sich auf vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Nach einem ersten Gesichtspunkt wird bei einem Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle, insbesondere zur Erhöhung der Ladekapazität einer für eine Anwendung in Kraftfahrzeugen ausgestalteten elektrochemischen Zelle, die mindestens eine erste Aktivelektrode, vorzugsweise eine Anode, und eine zweite Aktivelektrode, vorzugsweise eine Kathode, einen zwischen der ersten Aktivelektrode und der zweiten Aktivelektrode angeordneten Separator, mindestens ein Sensor, vorzugsweise eine Anzahl an Sensoren, insbesondere eine Anzahl an magneto-resistiven Sensoren, und mit den Sensoren verbundene Sensorleitungen, vorzugsweise Steuer- und/oder Messleitungen aufweist, wobei die Anzahl an Sensoren zwischen der ersten Aktivelektrode und der zweiten Aktivelektrode an und/oder in dem Separator bzw. an der ersten Aktivelektrode und/oder an der zweiten Aktivelektrode abgeordnet ist, diese Aufgabe dadurch gelöst, dass das Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität die Schritte aufweist: ein Erfassen von Parameterdaten der individuellen zu untersuchenden elektrochemischen Zelle mittels der Sensoren, ein Übermitteln der Parameterdaten mit den Sensorleitungen an eine Steuereinheit, ein Zuweisen der Parameterdaten zu der elektrochemischen Zelle, vorzugsweise ein Abspeichern der Parameterdaten zu der elektrochemischen Zelle, und ein Bestimmen mittels der Steuereinheit, ob für die

Parameterdaten eine vorbestimmte Beziehung in Bezug auf vorbestimmte Parameterwerte vorliegt, und ein Durchführen von spezifischen Bearbeitungsschritten an der elektrochemischen Zelle, wenn in dem Schritt des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der Parameterdaten in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte bestimmt worden ist. Ein Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass mittels der spezifischen Bearbeitungsschritte in Abhängigkeit von den erfassten Zuständen in der elektrochemischen Zelle, insbesondere bei deren Herstellung oder bei deren Wartung, es möglich ist, die Ladekapazität der elektrochemischen Zellen zu verbessern und damit sowohl eine erhöhte Leistungsfähigkeit als auch eine verlängerte Lebensdauer der Batterie zu erreichen.

Unter einer elektrochemischen Zelle soll in diesem Zusammenhang ein elektrochemischer Energiespeicher verstanden werden, also eine Einrichtung, die Energie in chemischer Form speichern, in elektrischer Form an einen Verbraucher abgeben und vorzugsweise auch in elektrischer Form aus einer Ladeeinrichtung aufnehmen kann. Wichtige Beispiele für solche elektrochemischen Energiespeicher sind galvanische Zellen oder Brennstoffzellen. Die elektrochemische Zelle weist wenigstens eine erste und eine zweite Einrichtung zur Speicherung elektrisch unterschiedlicher Ladungen, sowie ein Mittel zur Herstellung einer elektrischen Wirkverbindung dieser beider genannten Einrichtungen auf, wobei Ladungsträger zwischen diesen beiden Einrichtungen verschoben werden können. Unter dem Mittel zur Herstellung einer elektrischen Wirkverbindung ist z. B. ein Elektrolyt zu verstehen, welcher als Ionenleiter wirkt.

In diesem Zusammenhang soll vorzugsweise ein Separator verwendet werden, welcher nicht oder nur schlecht elektronenleitend ist, und welcher aus einem zumindest teilweise stoffdurchlässigen Träger besteht. Der Träger ist vorzugsweise auf mindestens einer Seite mit einem anorganischen Material beschichtet. Als wenigstens teilweise stoffdurchlässiger Träger wird vorzugsweise ein organisches Material verwendet, welches vorzugsweise als nicht verwebtes Vlies ausgestaltet ist. Das organische Material, welches

vorzugsweise ein Polymer und besonders bevorzugt ein Polyethylenterephthalat (PET) umfasst, ist mit einem anorganischen, vorzugsweise ionenleitenden Material beschichtet, welches weiter vorzugsweise in einem Temperaturbereich von -40 °C bis 200 °C ionenleitend ist. Das anorganische Material umfasst
5 bevorzugt wenigstens eine Verbindung aus der Gruppe der Oxide, Phosphate, Sulfate, Titanate, Silikate, Aluminosilikate mit wenigstens einem der Elemente Zr, Al, Li, besonders bevorzugt Zirkonoxid. Bevorzugt weist das anorganische, ionenleitende Material Partikel mit einem größten Durchmesser unter 100 nm auf. Ein solcher Separator wird beispielsweise unter dem Handelsnamen
10 "Separion" von der Evonik AG in Deutschland vertrieben.

Unter Parameterdaten soll in diesem Zusammenhang nicht nur eine Mehrzahl an Parameterdaten, sondern gegebenenfalls auch ein einzelnes Parameterdatum verstanden werden. Dementsprechend soll in diesem Zusammenhang unter vorbestimmten Parameterwerten nicht nur eine Mehrzahl an vorbestimmten Parameterwerten, sondern gegebenenfalls auch ein einzelner vorbestimmter Parameterwert verstanden werden.
15

Als vorteilhaft hat sich erwiesen, dass bei dem Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität der Schritt des Erfassens von Parameterdaten mindestens eine lokale Erfassung aufweist mit einem Erfassen von lokalen Parameterdaten an
20 den Sensorpositionen, insbesondere einem Erfassen der Ionenbeweglichkeit in der elektrochemischen Zelle an den Sensorpositionen, und dass der Schritt des Zuweisens mindestens eine lokale Zuweisung aufweist mit einem Zuweisen der lokalen Parameterdaten zu den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle, vorzugsweise einem Abspeichern der lokalen Parameterdaten zu den
25 Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle, dass der Schritt des Bestimmens mittels der Steuereinheit mindestens eine lokale Bestimmung aufweist mit einem Bestimmen mittels der Steuereinheit, ob für die lokalen Parameterdaten an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle eine vorbestimmte Beziehung in Bezug auf vorbestimmte Parameterwerte vorliegt, und
30 dass der Schritt des Durchführens von speziellen Bearbeitungsschritten min-

destens eine lokale spezielle Bearbeitung aufweist mit einem Durchführen von lokalen speziellen Bearbeitungsschritten an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle, wenn in dem Schritt des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der lokalen Parameterdaten in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte bestimmt worden ist. Ein Vorteil dieser Ausgestaltung liegt darin, dass mittels der lokalen spezifischen Bearbeitungsschritte gezielt auf die Bereiche der elektrochemischen Zelle eingewirkt und deren Zustand verbessert werden kann, wodurch diese Bereich auch zur Erhöhung der Ladekapazität beitragen können.

10 Bevorzugt sind bei dem Verfahren die Sensoren ausgestaltet, ein magnetisches Feld an den Separator anzulegen und/oder Ionen zu injizieren, und weist der Schritt des Durchführens von lokalen Bearbeitungsschritten an der elektrochemischen Zelle mindestens einen der lokalen Sensorbearbeitungsschritte auf: ein Anlegen eines magnetischen Feldes mittels der Sensoren an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle, wenn in dem Schritt des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der lokalen Parameterdaten in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte bestimmt worden ist, oder ein Injizieren von Ionen mittels der Sensoren an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle, wenn in dem Schritt des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der lokalen Parameterdaten in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte bestimmt worden ist.

Als besonders günstig hat es sich erwiesen, wenn die lokalen Bestimmungsschritte bei einem Formiervorgang der elektrochemischen Zelle durchgeführt werden, da sich bei der Formierung lokal ausbildende Schwachstelle erfasst werden können und gezielt spezifische Bearbeitungen an der elektrochemischen Zelle an deren Schwachstellen zur Verbesserung der Ladekapazität durchgeführt werden können. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn diese Schritte wiederholt durchgeführt. Mit dem Erfassen der lokalen Parameterdaten kann festgestellt werden, dass die elektrochemische Zelle formiert ist, und es kann auch festgestellt werden, wie die Interkalation jeweils an den lokalen Be-

reichen stattfindet, die den jeweiligen Sensoren zugewiesen sind, wodurch sich Erkenntnisse auf den Ablauf dieser Vorgänge in den jeweiligen Bereichen ergeben. Aufgrund dieser Kenntnisse kann gegen unerwünschte Nebenreaktionen von z. B. Wasser, Bindern oder Elektrolyten gegengesteuert werden und insbesondere kann eine Lithiumabscheidung oder eine Dendritenbildung verhindert werden. Beispielsweise kann in dem betreffenden Bereich das Potential beeinflusst werden oder es können gezielte Impulse angelegt werden. Somit liegt ein Vorteil der vorliegenden Erfindung darin, dass neue Verfahren für eine effektive und qualitätsgerechte Formation zur Verfügung gestellt werden können, wodurch sowohl die Formationszeiten verkürzt als auch die Ausbeute effektiv erhöht sowie eine genaue Klassifikation der elektrochemischen Zellen für verschiedenen Anwendungen bzw. Güteklassen durchgeführt werden kann.

Weiterhin können die lokalen Bestimmungsschritte bei einem Ladevorgang, bevorzugt bei einem Wartungsvorgang der elektrochemischen Zelle durchgeführt werden. Ein Vorteil dieser Ausgestaltung liegt darin, dass gezielt während eines Wartungsvorganges Bearbeitungen an der elektrochemischen Zelle an den erfassten Schwachstellen zur Verbesserung der Ladekapazität durchgeführt werden können, wobei sich insbesondere das Injizieren von Ionen gegen Alterungsprozesse als vorteilhaft erwiesen hat. Bei den Ladevorgängen der elektrochemischen Zelle können somit aufgrund der lokalen Bestimmungsschritte Schädigungen in den den Sensoren zugewiesenen Bereichen bzw. ein sektorales Absterben aufgrund von z. B. unsachgemäßer Benutzung, Alterung, topochemisch irreversiblen Effekten oder chemischer Verstopfungen erfasst und überwacht werden. Durch das erfindungsgemäße Verfahren können diese Schädigungen vermieden, beeinflusst und sogar geheilt werden, indem z. B. gezielte auflösende Pulse oder gezielte Entladen verwendet wird, um die Lithiumabscheidungen wieder aufzulösen und danach die Interkalation, gegebenenfalls auf einem niedrigeren Niveau wieder einzustellen. Es sind auch Beipässe an den elektrochemischen Zellen möglich. Darüber hinaus ist das erfindungsgemäße Verfahren auch besonders für tiefentladene elektrochemische Zellen vorteilhaft, bei denen es z. B. bei den Lade- oder Entladevorgängen bereichs-

weise an den Elektroden zu verschiedenen Potentialunterschieden kommen kann. Dies kann dazu führen, dass es zu Anlösungen von z. B. Kupfer kommen kann, die zum Separator wandern und dort einen Kurzschluss auslösen können, wodurch sich eine Temperaturspitze bilden und ein thermisches Durchgehen auftreten kann. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann dies vermieden bzw. geheilt werden. In diesem Zusammenhang ist es von besonderem Vorteil, wenn ein Prüfschritt vor dem Anladen durchgeführt wird, um zu prüfen, ob derartige Zustände vorliegen und diese gegebenenfalls für eine Heilung gezielt zu beeinflussen. Bei einer Tiefentladung darf zur Vermeidung einer Brandgefahr nicht mit den Standard-Ladeverfahren wie z. B. einer Konstantstromladung (CC-Protokoll) oder einer Konstantspannungsladung (CV-Protokoll) geladen werden. Somit kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Sicherheit verbessert werden und darüber hinaus können auch z. B. Umpolungen oder Ladewiderstände verhindert bzw. verringert werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass bei den Formiervorgängen anstelle der Standardverfahren wie z. B. des CC-Protokolls für eine effektivere und gezielt beeinflusste Formierung ein Pulsladen (Makita-Protokoll) verwendet werden kann, wodurch eine Ladephase mit konstanter Spannung entfällt und Vorteile hinsichtlich des Zeit- und Energieaufwandes erreicht werden können, da mit diesem Verfahren der Energiebedarf und die Wärmeumwandlung wesentlich geringer ist.

Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verfahren auch für die Formatierung in Kombination mit einem GITT-Verfahren (galvanostatic Intermittent Titration Technique), das an die Formatierung angepasst ist, verwendet werden. Darüber hinaus können in Zusammenhang mit Elektronenlokalisierungsfunktionen die Vorgänge genauer erfasst und gezielt Verbesserungen bewirkt werden.

Als günstig hat es sich erwiesen, wenn der Schritt des Bestimmens mittels der Steuereinheit mindestens einer der folgenden Bestimmungsschritte aufweist: ein Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte erste Parameterwerte aufweisen und/oder ein Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte zweite Parameterwerte nicht aufweisen.

Bevorzugt weist der Schritt des Bestimmens mittels der Steuereinheit mindestens einen der folgenden Bestimmungsschritte auf: ein Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte dritte Parameterwerte überschreiten und/oder ein Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte vierte Parameterwerte unterschreiten.

Außerdem kann der Schritt des Bestimmens mittels der Steuereinheit den Schritt aufweisen: ein Bestimmen, ob die Parameterdaten sich innerhalb mindestens eines vorbestimmten Parameterwertebereiches um einen vorbestimmten fünften Parameterwert befinden.

10 Nach einem erstem Gesichtspunkt wird bei einem Verfahren zur Herstellung einer an das Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität elektrochemischen Zelle, die mindestens eine erste Aktivelektrode, vorzugsweise eine Anode, und mindestens eine zweite Aktivelektrode, vorzugsweise eine Kathode, und mindestens einen Separator aufweist, wobei das Verfahren die Schritte ein Bereitstellen der ersten Aktivelektrode, ein Aufbringen des Separators und ein
15 Aufbringen der zweiten Aktivelektrode aufweist, diese Aufgabe gelöst durch ein Aufbringen mindestens eines Sensors, vorzugsweise einer Anzahl an Sensoren, insbesondere einer Anzahl an magnetoresistiven Sensoren, auf die erste Aktivelektrode.

20 Bevorzugt wird der Schritt des Aufbringens des Separators derart durchgeführt, dass der Sensor an die erste Aktivelektrode und an die zweite Aktivelektrode angrenzen kann. Es ist aber auch möglich, dass der Sensor derart angebracht wird, dass er entweder nur an die erste Aktivelektrode oder an die zweite Aktivelektrode angrenzt.

25 Bei dem Herstellungsverfahren hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn für den Schritt des Aufbringens einer Anzahl an Sensoren auf die erste Aktivelektrode mindestens eines der folgenden Verfahren mindestens teilweise verwendet wird: ein Aufdruckverfahren, ein Siebdruckverfahren, ein Eindruckverfahren, ein elektrophoretische Verfahren, ein Aufsprühverfahren, ein Aufsputterverfahren,

ein Laserbeschichtungsverfahren, ein Laserstrukturierungsverfahren, ein Aufdampfverfahren oder ein chemisches oder ein physikalisches Gasphasenabscheidungsverfahren.

5 Nach einem zweiten Gesichtspunkt wird bei einem Verfahren zur Herstellung einer an das Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität angepassten elektrochemischen Zelle, die mindestens eine erste Aktivelektrode, vorzugsweise eine Anode, und mindestens eine zweite Aktivelektrode, vorzugsweise eine Kathode, und mindestens ein Separator aufweist, wobei das Verfahren die Schritte ein Bereitstellen der ersten Aktivelektrode, ein Aufbringen des Separators und ein
10 Aufbringen der zweiten Aktivelektrode aufweist, diese Aufgabe gelöst durch ein Aufbringen einer Anzahl an Sensoren, insbesondere einer Anzahl an magnetoresistiven Sensoren auf dem Separator, und vorzugsweise ein Einbringen der Sensoren in den Separator, nach dem Aufbringen des Separators.

15 Bevorzugt wird der Schritt des Aufbringens einer Anzahl an Sensoren auf den Separator bzw. der Schritt des Einbringens einer Anzahl an Sensoren in den Separator derart durchgeführt wird, dass der Sensor an die erste Aktivelektrode und an die zweite Aktivelektrode angrenzen kann. Es ist aber auch möglich, dass der Sensor derart angebracht bzw. eingebracht wird, dass er entweder nur
20 an die erste Aktivelektrode oder an die zweite Aktivelektrode angrenzt.

Bei dem Herstellungsverfahren hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn für den Schritt für den Schritt des Aufbringen einer Anzahl an Sensoren auf den Separator bzw. den Schritt des Einbringens einer Anzahl an Sensoren in den Separator mindestens eines der folgenden Verfahren mindestens teilweise
25 verwendet wird: ein Aufdruckverfahren, ein Siebdruckverfahren, ein Eindruckverfahren, ein elektrophoretisches Verfahren, ein Aufsprühverfahren, ein Laserbeschichtungsverfahren, ein Laserstrukturierungsverfahren, ein Aufsputterverfahren, ein Aufdampfverfahren oder ein chemisches oder physikalisches Gasphasenabscheidungsverfahren.

Nach einem dritten Gesichtspunkt wird bei einem Verfahren zur Herstellung einer an das Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität angepassten elektrochemischen Zelle, die mindestens eine erste Aktivelektrode, vorzugsweise eine Anode, und mindestens eine zweite Aktivelektrode, vorzugsweise eine Kathode, und mindestens einen Separator aufweist, wobei das Verfahren die Schritte ein
5 Bereitstellen der ersten Aktivelektrode, ein Aufbringen des Separators, und ein Aufbringen der zweiten Aktivelektrode aufweist, diese Aufgabe gelöst durch ein Aufbringen einer Anzahl an Sensoren, insbesondere einer Anzahl an magnetoresistiven Sensoren auf den Separator, vorzugsweise ein Einbringen
10 der Anzahl an Sensoren in den Separator, vor dem Aufbringen des Separators.

Bevorzugt wird der Schritt des Aufbringen einer Anzahl an Sensoren auf den Separator bzw. der Schritt des Einbringens einer Anzahl an Sensoren in den Separator, derart durchgeführt wird, dass der Sensor an die erste Aktivelektrode oder an die zweite Aktivelektrode angrenzen kann.

15 Bei dem Herstellungsverfahren hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn für den Schritt des Aufbringens einer Anzahl an Sensoren auf den Separator bzw. für den Schritt des Einbringens einer Anzahl an Sensoren in den Separator mindestens eines der folgenden Verfahren mindestens teilweise verwendet wird: ein
20 Aufdruckverfahren, ein Siebdruckverfahren, ein Eindruckverfahren, ein elektro-phoretisches Verfahren, ein Aufsprühverfahren, ein Laserbeschichtungsverfahren, ein Laserstrukturierungsverfahren, ein Aufsputterverfahren, ein Aufdampfverfahren oder ein chemisches oder ein physikalisches Gasphasenabscheidungsverfahren.

Nach allen drei vorstehend aufgeführten Gesichtspunkten für die Herstellungsverfahren hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass das Herstellungsverfahren
25 mindestens einen der folgenden Schritte aufweist: ein Aufbringen von Sensorleitungen, vorzugsweise Steuer- und/oder Messleitungen auf der ersten Aktivelektrode oder ein Aufbringen von Sensorleitungen, vorzugsweise Steuer- und/oder Messleitungen auf dem Separator.

Weiterhin hat es sich bei diesen Herstellungsverfahren als vorteilhaft erwiesen, wenn das Verfahren aufweist: ein Vorbereiten des Separators für das Aufbringen und/oder ein Einbringen der Anzahl an Sensoren, wobei vorzugsweise für diesen Schritts des Vorbereiten des Separators mindestens eines der
5 folgenden Verfahren mindestens teilweise verwendet wird: ein Ausstanzverfahren, ein Einstanzverfahren, ein Laserstrukturierungsverfahren oder ein Ätzverfahren.

Nach einem weiteren Gesichtspunkt wird diese Aufgabe bei einer elektrochemischen Zelle, insbesondere bei einer für eine Anwendung in Kraftfahr-
10 zeugen ausgestalteten elektrochemischen Zelle, mit mindestens einer ersten Aktivelektrode, vorzugsweise einer Anode, mindestens einer zweiten Aktivelektrode, vorzugsweise einer Kathode, und mindestens einem Separator, dadurch gelöst, dass zwischen der ersten Aktivelektrode und der zweiten
15 Aktivelektrode an und/oder in dem Separator bzw. auf der ersten Aktivelektrode und/oder auf zweiten Aktivelektrode mindestens ein Sensor, vorzugsweise eine Anzahl an Sensoren, insbesondere eine Anzahl an magnetoresistiven Sensoren angeordnet ist, die über Sensorleitungen, vorzugsweise Steuer- und/oder
20 Messleitungen, mit einer Steuereinheit verbunden sind. Die Sensoren können in den Separator eingebracht sein, sie können aber auch auf dem Separator oder auf der Anode oder auf der Kathode angebracht sein. Ein Vorteil dieser elektrochemischen Zellen liegt darin, dass der Fluss der Lithium-Ionen örtlich verteilt gemessen werden kann und dass die Anwesenheit unerwünschter
25 Spurengase in der Zelle wie z. B. Sauerstoff (bei z. B. Lecks oder Beschädigungen der Hülle) einfach erfasst werden kann, wodurch kann die Sicherheit erhöht wird.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass durch Anlegen einer Gegenspannung es möglich ist, den Sensor als Ionenbremse wirken zu lassen. Weiterhin ist es möglich bei Messung der Ionenbeweglichkeit gezielt zusätzliche Ionen in eine elektrochemische Zelle hinein zu injizieren, um z. B. durch Wartungsvorgänge
30 die Alterung zu verzögern.

Bevorzugt weist bei dieser elektrochemischen Zelle der Sensor mindestens eine Sensoreinheit auf, die aus einer Sensoreinheitengruppe ausgewählt worden ist, die umfasst: eine Stromsensoreinheit, eine Ionensensoreinheit oder eine Lecksensoreinheit.

- 5 Besonders bevorzugt weist bei dieser elektrochemischen Zelle der Sensor mindestens eine Funktionseinheit auf, die aus einer Funktionseinheitengruppe ausgewählt worden ist, die aufweist: eine als Ionenbremse ausgestaltete Funktionseinheit oder eine zur Magnetisierung ausgestaltete Funktionseinheit.

10 Nach einem anderen Gesichtspunkt wird diese Aufgabe bei einer Batterie dadurch gelöst, dass sie eine Anzahl erfindungsgemäßer elektrochemischer Zellen und eine Steuerung für die Sensoren aufweist.

Weiterhin bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Batterie mit elektrochemischen Zellen, die zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug ausgestaltet ist.

15 Im Folgenden werden Vorteile der Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und mit Hilfe von Figuren näher beschrieben. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf einen Längsschnitt einer elektrochemischen Zelle nach einem ersten Ausführungsbeispiel,
Fig. 2 eine schematische Querschnittsdarstellung der elektrochemischen Zelle nach dem ersten Ausführungsbeispiel,
20 Fig. 3 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem ersten Ausführungsbeispiel,
Fig. 4 ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach
25 dem ersten Ausführungsbeispiel,
Fig. 5 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem zweiten Ausführungsbeispiel,

- Fig. 6 ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem zweiten Ausführungsbeispiel,
- 5 Fig. 7 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem dritten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 8 ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem dritten Ausführungsbeispiel,
- 10 Fig. 9 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem vierten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 10 ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem vierten Ausführungsbeispiel,
- 15 Fig. 11 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem fünften Ausführungsbeispiel,
- Fig. 12 ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem fünften Ausführungsbeispiel,
- 20 Fig. 13 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem sechsten Ausführungsbeispiel,
- 25 Fig. 14 ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem sechsten Ausführungsbeispiel,
- Fig. 15 eine Darstellung bevorzugter Schritte bei einer Bearbeitung der elektrochemischen Zelle,
- 30 Fig. 16 ein Ablaufdiagramm für ein Herstellungsverfahren einer elektrochemischen Zelle nach einem ersten Ausführungsbeispiel für das Herstellungsverfahren,

Fig. 17 ein Ablaufdiagramm für ein Herstellungsverfahren einer elektrochemischen Zelle nach einem zweiten Ausführungsbeispiel für das Herstellungsverfahren und

5 Fig. 18 ein Ablaufdiagramm für ein Herstellungsverfahren einer elektrochemischen Zelle nach einem dritten Ausführungsbeispiel für das Herstellungsverfahren.

Die Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Draufsicht auf einen Längsschnitt einer elektrochemischen Zelle 1 nach einem ersten Ausführungsbeispiel und die Fig. 2 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung der elektrochemischen Zelle 1 nach dem ersten Ausführungsbeispiel. Die elektrochemische Zelle 1 weist in einer Hülle 6 eine Anode 2, eine Kathode 3 und einen zwischen der Anode 1 und der Kathode 3 angeordneten Separator 4 auf. Eine Anzahl an Sensoren 5, vorzugsweise eine Anzahl an magnetoresistiven Sensoren, ist z. B. in einen Teilbereich des Separator 4 eingebracht und über Sensorleitungen 7 mit einer in den Figuren nicht dargestellten Steuereinheit verbunden. Es ist aber auch möglich, dass nur ein Sensor 5 in der elektrochemischen Zelle 1 angeordnet ist oder dass über den gesamten Bereich des Separators 4 Sensoren 5 angebracht sind. Weiterhin kann jeweils eine Steuereinheit einer einzelnen elektrochemischen Zelle 1 zugeordnet sein. Es ist aber auch möglich, dass eine Steuereinheit mehreren elektrochemischen Zellen 1 zugeordnet ist. Die Steuereinheit kann auch in einem Batteriemanagementsystem eingebunden sein.

Nach weiteren in diesen Figuren nicht gezeigten Ausführungsbeispielen ist es auch möglich, dass die Sensoren 5 nicht in den Separator 4 eingebracht, sondern mit entsprechender Anordnung der Sensorleitungen 7 auf dem Separator 4 oder auf der Anode 2 oder auf der Kathode 3 angebracht sind.

Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem ersten Ausführungsbeispiel. In einem Schritt S11 werden Parameterdaten $D_{Par.}$ einer zu untersuchenden elektrochemischen Zelle mittels der Sensoren 5 erfasst. In einem Schritt S12

werden die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ der Steuereinheit über die Sensorleitungen 7 übermittelt und in einem Schritt S13 werden die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ der elektrochemischen Zelle 1 zugewiesen. Mittels der Steuereinheit wird bestimmt, ob die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ eine vorbestimmte Beziehung in Bezug auf vorbestimmte Parameterwerte $W_{\text{Par.}}$ aufweisen. Falls die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ die vorbestimmte Beziehung in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte $W_{\text{Par.}}$ aufweisen, wird in einem Bearbeitungsschritt S15 an der elektrochemische Zelle 1 eine vorbestimmte Bearbeitung durchgeführt.

Fig. 4 zeigt ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle 1 nach dem ersten Ausführungsbeispiel, bei der der Schritt S11 des Erfassens von Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ der zu untersuchenden elektrochemischen Zelle mindestens einen Schritt S11' des Erfassens von lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ an den Sensorpositionen, insbesondere einen Schritt des Erfassens der Ionenbeweglichkeit in der elektrochemischen Zelle 1 an den Sensorpositionen aufweist, und bei der der Schritt S13 des Zuweisens der Parameterdaten mindestens einen Schritt S13' des Zuweisens lokaler Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ zu den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle 1, insbesondere einen Schritt des Abspeicherns der lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ zu den Sensorpositionen in der elektrochemische Zelle 1 aufweist, und bei der der Schritt S14 des Bestimmens mittels der Steuereinheit mindestens einen lokalen Bestimmungsschritt S14' des Bestimmens mittels der Steuereinheit, ob an den Sensorpositionen für die lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ eine vorbestimmte Beziehung in Bezug auf vorbestimmte Parameterwerte vorliegt, aufweist, und bei der der Bearbeitungsschritt S15 des Durchführens von Bearbeitungen mindestens einen lokalen Bearbeitungsschritt S15' des Durchführens von lokalen Bearbeitungen an den Sensorpositionen aufweist, falls in dem lokalen Bestimmungsschritt S14' an den Sensorpositionen das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der lokalen Parameterdaten in Bezug auf vorbestimmte Parameterwerte bestimmt worden ist.

- Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem zweiten Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11 bis S13 denen des ersten Ausführungsbeispiels entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird.
- 5 Mittels der Steuereinheit wird in einem Schritt S14a bestimmt, ob die Parameterdaten $D_{Par.}$ vorbestimmte erste Parameterwerte $W_{Par.1}$ aufweisen. Falls die Parameterdaten $D_{Par.}$ die vorbestimmten ersten Parameterwerte $W_{Par.1}$ aufweisen, wird in dem Bearbeitungsschritt S15 für die elektrochemische Zelle die vorbestimmte Bearbeitung durchgeführt.
- 10 Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem zweiten Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11' bis S13' denen der bevorzugten Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird, und bei der der Schritt
- 15 14a des Bestimmens mittels der Steuereinheit aufweist: mindestens einen lokalen Bestimmungsschritt S14a' des Bestimmens mittels der Steuereinheit, ob an den Sensorpositionen die lokalen Parameterdaten $D_{lok.Par.}$ vorbestimmte erste Parameterwerte $W_{Par.1}$ aufweisen, und bei der der Schritt S15 des Durchführens von Bearbeitungen aufweist: mindestens einen lokalen Bearbeitungsschritt S15' des Durchführens von lokalen Bearbeitungen an den Sensorpositionen aufweist,
- 20 falls in dem lokalen Bestimmungsschritt S14a' an den Sensorpositionen bestimmt worden ist, dass die lokalen Parameterdaten $D_{lok.Par.}$ vorbestimmte erste Parameterwerte $W_{Par.1}$ aufweisen.
- Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zur Erhöhung der Lade-
- 25 kapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem dritten Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11 bis S13 denen des ersten Ausführungsbeispiels entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird. Mittels der Steuereinheit wird in einem Schritt S14b bestimmt, ob diese Parameterdaten $D_{Par.}$ vorbestimmte zweite Parameterwerte $W_{Par.2}$ nicht aufweisen. Falls die Parameterdaten $D_{Par.}$ die vorbestimmten zweiten Parameterwerte $W_{Par.2}$ nicht auf-
- 30

weisen, wird in einem Schritt S15 für die elektrochemische Zelle die vorbestimmte Bearbeitung durchgeführt.

Fig. 8 zeigt ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem dritten Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11' bis S13' denen der bevorzugten Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird, und bei der der Schritt 14b des Bestimmens mittels der Steuereinheit aufweist: mindestens einen lokalen Bestimmungsschritt S14b' des Bestimmens mittels der Steuereinheit, ob an den Sensorpositionen die lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ vorbestimmte zweite Parameterwerte $W_{\text{Par.2}}$ nicht aufweisen, und bei der der Schritt S15 des Durchführens von Bearbeitungen aufweist: mindestens einen lokalen Bearbeitungsschritt S15' des Durchführens von lokalen Bearbeitungen an den Sensorpositionen, falls in dem lokalen Bestimmungsschritt S14b' an den Sensorpositionen bestimmt worden ist, dass die lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ vorbestimmte zweite Parameterwerte $W_{\text{Par.2}}$ nicht aufweisen.

Fig. 9 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem vierten Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11 bis S13 denen des ersten Ausführungsbeispiels entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird. Mittels der Steuereinheit wird in einem Schritt S14c bestimmt, ob die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ vorbestimmte dritte Parameterwerte $W_{\text{Par.3}}$ überschreiten. Falls die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ die vorbestimmten dritten Parameterwerte $W_{\text{Par.3}}$ überschreiten, wird für die elektrochemische Zelle 1 in einem Schritt S15 die vorbestimmte Bearbeitung durchgeführt.

Fig. 10 zeigt ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem vierten Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11' bis S13' denen der bevorzugten Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird, und bei der der Schritt 14c

des Bestimmens mittels der Steuereinheit aufweist: mindestens einen lokalen Bestimmungsschritt S14c' des Bestimmens mittels der Steuereinheit, ob an den Sensorpositionen die lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ vorbestimmte vorbestimmte dritte Parameterwerte $W_{\text{Par.3}}$ überschreiten, und bei der der Schritt

5 S15 des Durchführens von Bearbeitungen aufweist: mindestens einen lokalen Bearbeitungsschritt S15' des Durchführens von lokalen Bearbeitungen an den Sensorpositionen, falls in dem lokalen Bestimmungsschritt S14c' an den Sensorpositionen bestimmt worden ist, dass die lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ vorbestimmte dritte Parameterwerte $W_{\text{Par.3}}$ überschreiten.

10 Fig. 11 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem fünften Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11 bis S13 dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird. Mittels der Steuereinheit wird in einem Schritt S14d bestimmt, ob die Parameterdaten

15 $D_{\text{Par.}}$ vorbestimmte vierte Parameterwerte $W_{\text{Par.4}}$ unterschreiten. Falls die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ die vorbestimmten vierten Parameterwerte $W_{\text{Par.4}}$ unterschreiten, wird in einem Schritt S15 für die elektrochemische Zelle 1 die vorbestimmte Bearbeitung durchgeführt.

Fig. 12 zeigt ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem fünften Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11' bis S13' denen der bevorzugten Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispieles entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird, und bei der der Schritt S14d des Bestimmens mittels der Steuereinheit aufweist: mindestens einen

20 lokalen Bestimmungsschritt S14d' des Bestimmens mittels der Steuereinheit, ob an den Sensorpositionen die lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ vorbestimmte vorbestimmte vierte Parameterwerte $W_{\text{Par.4}}$ unterschreiten, und bei der der Schritt S15 des Durchführens von Bearbeitungen aufweist: mindestens einen lokalen Bearbeitungsschritt S15' des Durchführens von lokalen Bearbeitungen an den

25 Sensorpositionen, falls in dem lokalen Bestimmungsschritt S14d' an den

30

Sensorpositionen bestimmt worden ist, dass die lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ vorbestimmte vierte Parameterwerte $W_{\text{Par.4}}$ unterschreiten.

Fig. 13 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach einem sechsten Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11 bis S13 denen des ersten Ausführungsbeispiels entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird. Mittels der Steuereinheit wird in einem Schritt S14e bestimmt, ob die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ sich innerhalb eines vorbestimmten Parameterbereiches um einen vorbestimmten fünften Parameterwert $W_{\text{Par.5}}$ befinden. Falls die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ sich innerhalb des vorbestimmten Parameterbereiches um den vorbestimmten fünften Parameterwert $W_{\text{Par.5}}$ befinden, wird in einem Bearbeitungsschritt S15 für die elektrochemische Zelle die vorbestimmte Bearbeitung durchgeführt.

Fig. 14 zeigt ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle nach dem sechsten Ausführungsbeispiel, deren Schritte S11' bis S13' denen der bevorzugten Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels entsprechen, auf das zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen wird, und bei der der Schritt S14e des Bestimmens mittels der Steuereinheit aufweist: mindestens einen lokalen Bestimmungsschritt S14e' des Bestimmens mittels der Steuereinheit, ob die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ sich innerhalb eines vorbestimmten Parameterbereiches um einen vorbestimmten fünften Parameterwert $W_{\text{Par.5}}$ befinden, und bei der der Schritt S15 des Durchführens von Bearbeitungen aufweist: mindestens einen lokalen Bearbeitungsschritt S15' des Durchführens von lokalen Bearbeitungen an den Sensorpositionen, falls in dem lokalen Bestimmungsschritt S14d' an den Sensorpositionen bestimmt worden ist, dass die Parameterdaten $D_{\text{Par.}}$ sich innerhalb eines vorbestimmten Parameterbereiches um den vorbestimmten fünften Parameterwert $W_{\text{Par.5}}$ befinden.

Fig. 15 zeigt eine Darstellung bevorzugter Schritte bei der Durchführung von lokalen Bearbeitungsschritten an den Sensorpositionen in der elektro-

chemischen Zelle. Wie in der Fig. 15 gezeigt ist, weist das Verfahren bevorzugt mindestens einen der lokalen Sensorbearbeitungsschritte auf: einen Schritt S15a des Anlegens eines magnetischen Feldes mittels der Sensoren 5 an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle 1, wenn in dem Schritt S14' des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte $W_{\text{Par.}}$, $W_{\text{Par.1}}$, $W_{\text{Par.2}}$, $W_{\text{Par.3}}$, $W_{\text{Par.4}}$, $W_{\text{Par.5}}$ bestimmt worden ist, oder einen Schritt S15b des Injizierens von Ionen mittels der Sensoren 5 an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle 1, wenn in dem Schritt S14' des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der lokalen Parameterdaten $D_{\text{lok.Par.}}$ in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte $W_{\text{Par.}}$, $W_{\text{Par.1}}$, $W_{\text{Par.2}}$, $W_{\text{Par.3}}$, $W_{\text{Par.4}}$, $W_{\text{Par.5}}$ bestimmt worden ist.

Fig. 16 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Herstellungsverfahren einer an das Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität angepassten elektrochemischen Zelle nach einem ersten Ausführungsbeispiel für das Herstellungsverfahren. In einem Schritt S3 wird eine erste Aktivelektrode, z. B. eine Anode 2, bereitgestellt. Nachfolgend wird in einem Schritt S4 eine Anzahl an Sensoren 5, vorzugsweise eine Anzahl an magnetoresistiven Sensoren, auf die Anode 2 und in einem Schritt S4a eine Anzahl an Sensorleitungen 7; vorzugsweise eine Anzahl an Steuer- und/oder Messleitungen, auf die Anode 2 aufgebracht, wobei die Schritte S4 und S4a gleichzeitig oder in zueinander beliebiger Reihenfolge erfolgen können. Nachfolgend wird in einem Schritt S5 der Separator 4 und in einem Schritt S7 die zweite Aktivelektrode, z. B. eine Kathode 3 aufgebracht. In einem Schritt S8 kann eine Hülle 6 für die elektrochemische Zelle 1 angebracht werden.

Fig. 17 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Herstellungsverfahren einer an das Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität angepassten elektrochemischen Zelle nach einem zweiten Ausführungsbeispiel für das Herstellungsverfahren. In einem Schritt S3 wird eine erste Aktivelektrode, z. B. eine Anode 2, bereitgestellt. Nachfolgend wird in einem Schritt S5 der Separator 4 auf die Anode 2

aufgebracht. Nachfolgend wird in einem Schritt S6 eine Anzahl an Sensoren 5, vorzugsweise eine Anzahl an magnetoresistiven Sensoren, auf den Separator 4 aufgebracht und/oder in den Separator 4 eingebracht und in einem Schritt S6a eine Anzahl an Sensorleitungen 7, vorzugsweise eine Anzahl an Steuer- und/oder Messleitungen, auf den Separator 4 aufgebracht und/oder in den Separator 4 eingebracht, wobei die Schritte S6 und S6a gleichzeitig oder in zueinander beliebiger Reihenfolge erfolgen können. Nachfolgend wird in einem Schritt S7 die zweite Aktivelektrode, z. B. eine Kathode 3 aufgebracht. In einem Schritt S8 kann eine Hülle 6 für die elektrochemische Zelle 1 angebracht werden.

10 Fig. 18 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein Herstellungsverfahren einer an das Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität angepassten elektrochemischen Zelle nach einem dritten Ausführungsbeispiel für das Herstellungsverfahren. In einem Schritt S1 wird der Separator 4 für ein Aufbringen und/oder ein Einbringen einer Anzahl an Sensoren 5 vorbereitet, wobei der Schritt S1 auch bei dem ersten und
15 zweiten Ausführungsbeispiel für das Verfahren durchgeführt werden kann. In einem Schritt S2 wird eine Anzahl an Sensoren 5, vorzugsweise eine Anzahl an magnetoresistiven Sensoren, auf den Separator 4 aufgebracht und/oder in den Separator 4 eingebracht und in einem Schritt S2a eine Anzahl an Sensorleitungen 7, vorzugsweise eine Anzahl an Steuer- und/oder Messleitungen, auf
20 den Separator 4 aufgebracht und/oder in den Separator 4 eingebracht, wobei die Schritte S2 und S2a gleichzeitig oder in zueinander beliebiger Reihenfolge erfolgen können. Nachfolgend wird in einem Schritt S3 eine erste Aktivelektrode, z. B. eine Anode 2, bereitgestellt. Nachfolgend wird in einem Schritt S5 der Separator 4 und in einem Schritt S7 die zweite Aktivelektrode, z. B. eine
25 Kathode 3 aufgebracht. In einem Schritt S8 kann eine Hülle 6 für die elektrochemische Zelle 1 angebracht werden.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Batterie mit erhöhter Leistungsfähigkeit, welche diese elektrochemischen Zellen aufweist, insbesondere eine zur Anwendung in einem Kraftfahrzeug ausgestaltete Batterie,
30 welche diese elektrochemischen Zellen aufweist.

Bezugszeichenliste

- 1 elektrochemische Zelle
- 2 Anode
- 3 Kathode
- 5 4 Separator
- 5 Sensor
- 6 Hülle
- 7 Sensorleitung

- 10 $D_{\text{Par.}}$ Parameterdaten
- $D_{\text{lok.Par.}}$ lokale Parameterdaten
- $W_{\text{Sw.1}}$ erste Parameterwerte
- $W_{\text{Sw.2}}$ zweite Parameterwerte
- $W_{\text{Sw.3}}$ dritte Parameterwerte
- 15 $W_{\text{Sw.4}}$ vierte Parameterwerte
- $W_{\text{Sw.5}}$ fünfte Parameterwerte

- S1 Vorbereiten des Separators für das Aufbringen und/oder Einbringen der Sensoren
- 20 S2 Aufbringen einer Anzahl an Sensoren auf den Separator
- S2a Aufbringen von Sensorleitungen auf dem Separator
- S3 Bereitstellen der Anode
- S4 Aufbringen einer Anzahl an Sensoren auf die Anode
- S4a Aufbringen von Sensorleitungen auf der Anode
- 25 S5 Aufbringen des Separators
- S6 Aufbringen einer Anzahl an Sensoren auf den Separator
- S6a Aufbringen von Sensorleitungen auf dem Separator
- S7 Aufbringen der zweiten Aktivelektrode
- S11 Erfassen von Parameterdaten der individuellen zu untersuchenden
- 30 elektrochemischen Zelle mittels der Sensoren
- S11' Erfassen von lokalen Parameterdaten

- S12 Übermitteln der Parameterdaten an eine Steuereinheit
- S13 Zuweisen der elektrochemischen Zelle zu den Parameterdaten
- S13' Zuweisen der lokalen Parameterdaten zu den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle
- 5 S14 Bestimmen, ob für die Parameterdaten eine vorbestimmte Beziehung in Bezug auf vorbestimmte Parameterwerte vorliegt
- S14' Bestimmen, ob für die lokalen Parameterdaten an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle eine vorbestimmte Beziehung in Bezug auf vorbestimmte lokale Parameterwerte vorliegt
- 10 S14a Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte erste Parameterwerte aufweisen
- S14a' Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte erste Parameterwerte aufweisen
- S14b Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte zweite Parameterwerte nicht aufweisen
- 15 S14b' Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte zweite Parameterwerte nicht aufweisen
- S14c Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte dritte Parameterwerte überschreiten
- 20 S14c' Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte dritte Parameterwerte überschreiten
- S14d Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte vierte Parameterwerte unterschreiten
- S14d' Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten vorbestimmte vierte Parameterwerte unterschreiten
- 25 S14e Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten sich innerhalb eines vorbestimmten Parameterwertebereiches um einen vorbestimmten fünften Parameterwert befinden
- S14e' Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten sich innerhalb eines vorbestimmten Parameterwertebereiches um einen vorbestimmten fünften Parameterwert befinden
- 30 S15 Durchführen von Bearbeitungsschritten an der elektrochemischen Zelle

- S15' Durchführen von lokalen Bearbeitungsschritten an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle
- S15a Anlegen eines magnetischen Feldes mittels der Sensoren an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle
- 5 S15b Injizieren von Ionen mittels der Sensoren an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität einer elektrochemischen Zelle (1), insbesondere zur Erhöhung der Ladekapazität einer für eine Anwendung in Kraftfahrzeugen ausgestalteten elektrochemischen Zelle, die
- 5 mindestens aufweist:
- eine erste Aktivelektrode (2),
 - eine zweite Aktivelektrode (3),
 - einen zwischen der ersten Aktivelektrode (2) und der zweiten Aktivelektrode (3) angeordneten Separator (4),
 - 10 - mindestens einen Sensor (5), vorzugsweise eine Anzahl an Sensoren (5), insbesondere eine Anzahl an magnetoresistiven Sensoren, wobei die Anzahl an Sensoren (5) zwischen der ersten Aktivelektrode (2) und der zweiten Aktivelektrode (3) an und/oder in dem Separator (4) bzw. an der ersten
 - 15 Aktivelektrode (2) und/ oder an der zweiten Aktivelektrode (3) abgeordnet ist, und
 - mit den Sensoren (5) verbundene Sensorleitungen (7), vorzugsweise Steuer- und/oder Messleitungen,
- dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zur Erhöhung der**
- 20 **Ladekapazität die Schritte aufweist:**
- (S11) Erfassen von Parameterdaten ($D_{Par.}$) der individuellen zu untersuchenden elektrochemischen Zelle (1) mittels der Sensoren (5),
 - (S12) Übermitteln der Parameterdaten ($D_{Par.}$) mit den Sensor-
 - 25 leitungen (7) an eine Steuereinheit,
 - (S13) Zuweisen der Parameterdaten ($D_{Par.}$) zu der elektrochemischen Zelle (1), vorzugsweise Abspeichern der Parameterdaten ($D_{Par.}$) zu der elektrochemischen Zelle (1), und
 - 30 (S14) Bestimmen mittels der Steuereinheit, ob für die Parameterdaten eine vorbestimmte Beziehung in Bezug auf vorbe-

stimmte Parameterwerte ($W_{Par.}$, $W_{Par.1}$, $W_{Par.2}$, $W_{Par.3}$, $W_{Par.4}$, $W_{Par.5}$) vorliegt, und

(S15) Durchführen von spezifischen Bearbeitungsschritten an der elektrochemischen Zelle (1), wenn in dem Schritt (S14) des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der Parameterdaten ($D_{Par.}$) in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte ($W_{Par.}$, $W_{Par.1}$, $W_{Par.2}$, $W_{Par.3}$, $W_{Par.4}$, $W_{Par.5}$) bestimmt worden ist.

2. Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem Verfahren der Schritt (S11) des Erfassens von Parameterdaten ($D_{Par.}$) mindestens einen lokalen Erfassungsschritt aufweist mit:

(S11') Erfassen von lokalen Parameterdaten ($D_{lok.Par.}$) an den Sensorpositionen, insbesondere Erfassen der Ionenbeweglichkeit in der elektrochemischen Zelle (1) an den Sensorpositionen,

dass der Schritt (S13) des Zuweisens mindestens einen lokalen Zuweisungsschritt aufweist mit:

(S13') Zuweisen der lokalen Parameterdaten ($D_{lok.Par.}$) zu den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle (1), vorzugsweise Abspeichern der lokalen Parameterdaten ($D_{lok.Par.}$) zu den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle (1),

dass der Schritt (S14) des Bestimmens mittels der Steuereinheit mindestens einen lokalen Bestimmungsschritt aufweist mit:

(S14') Bestimmen mittels der Steuereinheit, ob für die lokalen Parameterdaten ($D_{lok.Par.}$) an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle (1) eine vorbestimmte Beziehung in Bezug auf vorbestimmte Parameterwerte ($W_{Par.}$, $W_{Par.1}$, $W_{Par.2}$, $W_{Par.3}$, $W_{Par.4}$, $W_{Par.5}$) vorliegt, und

dass der Schritt (S15) des Durchführens von spezifischen Bearbeitungsschritten mindestens einen lokalen spezifischen Bearbeitungsschritt aufweist mit:

5 (S15') Durchführen von lokalen spezifischen Bearbeitungsschritten an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle (1), wenn in dem Schritt (S14') des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der lokalen Parameterdaten ($D_{\text{lok.Par.}}$) in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte ($W_{\text{Par.}}$, $W_{\text{Par.1}}$, $W_{\text{Par.2}}$, $W_{\text{Par.3}}$,
10 $W_{\text{Par.4}}$, $W_{\text{Part.5}}$) bestimmt worden ist.

3. Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (5) ausgestaltet sind, ein magnetisches Feld an den Separator (4) anzulegen und/oder die Ionen zu injizieren; und dass der Schritt (S15') des Durchführens von lokalen
15 spezifischen Bearbeitungsschritten an der elektrochemischen Zelle (1) mindestens einen der lokalen Sensorbearbeitungsschritte aufweist:

(S15a) Anlegen eines magnetischen Feldes mittels der Sensoren (5) an den Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle (1), wenn in dem Schritt (S14') des Bestimmens das
20 Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der lokalen Parameterdaten ($D_{\text{lok.Par.}}$) in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte ($W_{\text{Par.}}$, $W_{\text{Par.1}}$, $W_{\text{Par.2}}$, $W_{\text{Par.3}}$, $W_{\text{Par.4}}$, $W_{\text{Part.5}}$) bestimmt worden ist, oder

(S15b) Injizieren von Ionen mittels der Sensoren (5) an den
25 Sensorpositionen in der elektrochemischen Zelle (1), wenn in dem Schritt (S14') des Bestimmens das Vorliegen der vorbestimmten Beziehung der lokalen Parameterdaten ($D_{\text{lok.Par.}}$) in Bezug auf die vorbestimmten Parameterwerte ($W_{\text{Par.}}$, $W_{\text{Par.1}}$, $W_{\text{Par.2}}$, $W_{\text{Par.3}}$, $W_{\text{Par.4}}$, $W_{\text{Part.5}}$) bestimmt worden
30 ist.

4. Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lokalen Bestimmungsschritte (S14') bei einem Formiervorgang der elektrochemischen Zelle (1) durchgeführt werden.

5. Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lokalen Bestimmungsschritte (S14') bei einem Ladevorgang, bevorzugt bei einem Wartungsvorgang der elektrochemischen Zelle (1) durchgeführt werden.

6. Verfahren zur Erhöhung der Ladekapazität nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt (S14) des Bestimmens mittels der Steuereinheit mindestens einer der folgenden Bestimmungsschritte aufweist:
 - (S14a) Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten ($D_{Par.}$) vorbestimmte erste Parameterwerte ($W_{Sw.1}$) aufweisen,
 - 15 (S14b) Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten ($D_{Par.}$) vorbestimmte zweite Parameterwerte ($W_{Sw.2}$) nicht aufweisen,
 - (S14c) Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten ($D_{Par.}$) vorbestimmte dritte Parameterwerte ($W_{Sw.3}$) überschreiten,
 - 20 (S14d) Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten ($D_{Par.}$) vorbestimmte vierte Parameterwerte ($W_{Sw.4}$) unterschreiten, oder
 - (S14e) Bestimmen, ob die übermittelten Parameterdaten ($D_{Par.}$) sich innerhalb eines vorbestimmten Parameterwertebereiches um einen vorbestimmten fünften Parameterwert
25 ($W_{Sw.5}$) befinden.

7. Herstellungsverfahren einer elektrochemischen Zelle (1), insbesondere einer für eine Anwendung in Kraftfahrzeugen ausgestalteten elektro-

chemischen Zelle, mit mindestens einer ersten Aktivelektrode (2), einer zweiten Aktivelektrode (3) und einen zwischen der ersten Aktivelektrode (2) und der zweiten Aktivelektrode (3) angeordneten Separator (4), wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

- 5 (S3) ein Bereitstellen der ersten Aktivelektrode (2),
 (S5) ein Aufbringen des Separators (4) und
 (S7) ein Aufbringen der zweiten Aktivelektrode (3).

dadurch gekennzeichnet, dass das Herstellungsverfahren mindestens einen der folgenden Sensoraufbringsschritte aufweist:

- 10 (S2) ein Aufbringen mindestens eines Sensors (5), vorzugsweise einer Anzahl an Sensoren (5), insbesondere einer Anzahl an magnetoresistiven Sensoren auf den Separator (4), vorzugsweise ein Einbringen der Anzahl an Sensoren (5) in den Separator (4),
- 15 (S4) ein Aufbringen einer Anzahl an Sensoren (5), insbesondere einer Anzahl an magnetoresistiven Sensoren, auf die erste Aktivelektrode (2), oder
- (S6) ein Aufbringen einer Anzahl an Sensoren (5), insbesondere einer Anzahl an magnetoresistiven Sensoren, auf den
- 20 Separator (4), und vorzugsweise ein Einbringen der Sensoren (5) in den Separator (4).

8. Herstellungsverfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt (S2) des Aufbringens einer Anzahl an Sensoren (5) auf den Separator (4) bzw. der Schritt (S2') des Einbringens einer Anzahl an
- 25 Sensoren (5) in den Separator (4) bzw. der Schritt (S5) des Aufbringens des Separators (4) bzw. der Schritt (S6) des Aufbringen einer Anzahl an Sensoren (5) auf den Separator (4) bzw. der Schritt (S6') des Einbringens einer Anzahl an Sensoren (5) in den Separator (4) derart durchgeführt wird, dass der Sensor (5) an die erste Aktivelektrode (2) und an die
- 30 zweite Aktivelektrode (3) angrenzen kann.

9. Herstellungsverfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Schritt (S2) des Aufbringens einer Anzahl an Sensoren (5) auf den Separator (4) bzw. dass für den Schritt des Einbringens einer Anzahl an Sensoren (5) in den Separator (4) mindestens eines der folgenden Verfahren mindestens teilweise verwendet wird:
- ein Aufdruckverfahren,
 - ein Siebdruckverfahren,
 - ein Eindruckverfahren,
 - ein elektrophoretisches Verfahren,
 - ein Aufsprühverfahren,
 - ein Laserbeschichtungsverfahren,
 - ein Laserstrukturierungsverfahren,
 - ein Sputterverfahren,
 - ein Aufdampfverfahren oder
 - ein chemisches oder ein physikalisches Gasphasenabscheidungsverfahren.
10. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren mindestens einen der folgenden Schritte aufweist:
- (S4a) ein Aufbringen von Sensorleitungen (7) auf der ersten Aktivelektrode (2), vorzugsweise ein Aufbringen von Steuer- und/oder Messleitungen auf der ersten Aktivelektrode (2) oder
 - (S2a, S6a) ein Aufbringen von Sensorleitungen (7) auf dem Separator (4), vorzugsweise ein Aufbringen von Steuer- und/oder Messleitungen auf dem Separator (4).
11. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren den folgenden Schritt aufweist:

- (S1) ein Vorbereiten des Separators (4) für das Aufbringen und/oder ein Einbringen der Anzahl an Sensoren (5), wobei vorzugsweise für diesen Schritt des Vorbereitens des Separators (4) mindestens eines der folgenden Verfahren mindestens teilweise verwendet wird:
- ein Ausstanzverfahren,
 - ein Einstanzverfahren,
 - ein Laserstrukturierungsverfahren oder
 - ein Ätzverfahren.
- 10 12. Elektrochemische Zelle (1) insbesondere eine für eine Anwendung in Kraftfahrzeugen ausgestaltete elektrochemische Zelle, mit mindestens:
- einer ersten Aktivelektrode (2),
 - einer zweiten Aktivelektrode (3) und
 - einem zwischen der ersten Aktivelektrode (2) und der zweiten Aktivelektrode (3) angeordneten Separator (4),
- 15 **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der ersten Aktivelektrode (2) und der zweiten Aktivelektrode (3) an und/oder in dem Separator (4) bzw. an der ersten Aktivelektrode (2) und/oder an der zweiten Aktivelektrode (3) mindestens ein Sensor (5), vorzugsweise eine Anzahl an Sensoren
- 20 (5), insbesondere eine Anzahl an magnetoresistiven Sensoren angeordnet ist und dass die Sensoren mit Sensorleitungen (7), vorzugsweise mit Steuer- und/oder Messleitungen mit einer Steuereinheit verbunden sind.
- 25 13. Elektrochemische Zelle (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor mindestens eine Sensoreinheit aufweist, die aus einer Sensoreinheitengruppe ausgewählt worden ist, die aufweist:
- eine Stromsensoreinheit,
 - eine Ionensensoreinheit oder
 - eine Lecksensoreinheit.

14. Elektrochemische Zelle (1) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor mindestens eine Funktionseinheit aufweist, die aus einer Funktionseinheitengruppe ausgewählt worden ist, die aufweist:
- 5 - eine als Ionenbremse ausgestalte Funktionseinheit oder
- eine zur Magnetisierung ausgestalte Funktionseinheit.
15. Batterie mit einer Anzahl elektrochemischer Zellen (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (5) über Sensorleitungen (7), vorzugsweise über Steuer- und/oder
- 10 Messleitungen, mit einer Steuereinheit verbunden sind, die vorzugsweise auch als mindestens teilweises Batteriemanagementsystem ausgestaltet ist.

Fig. 2

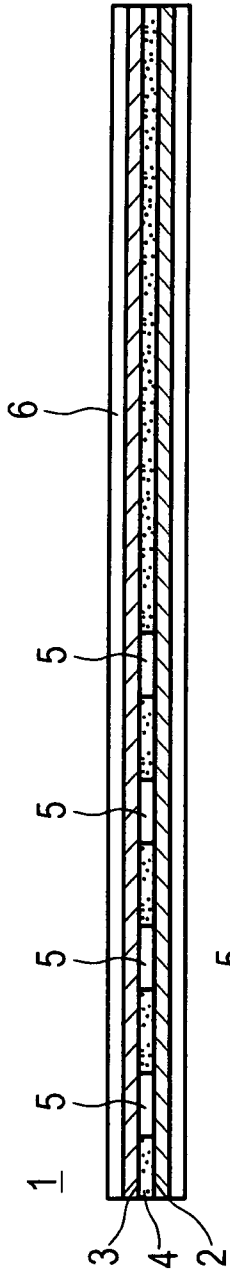
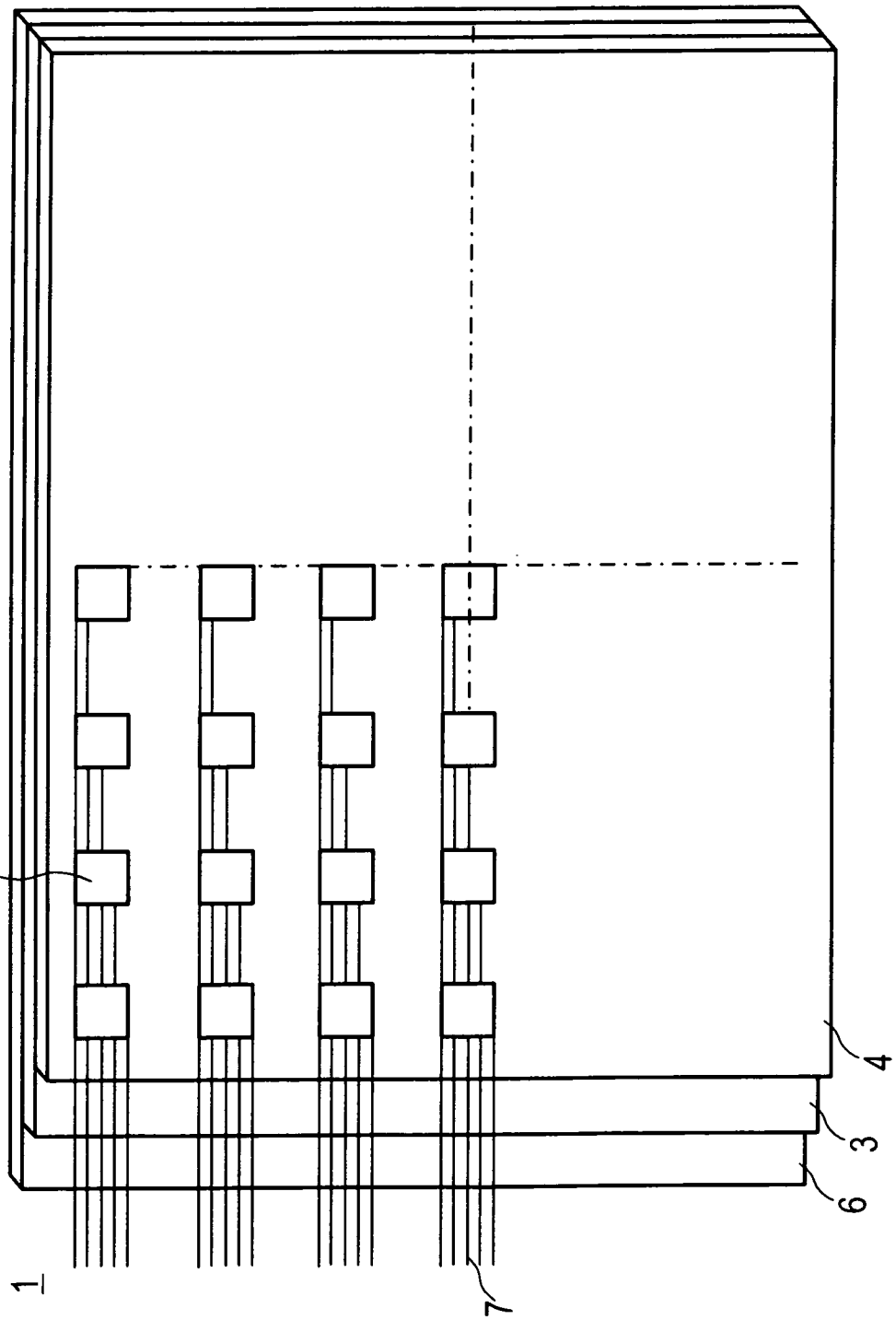


Fig. 1



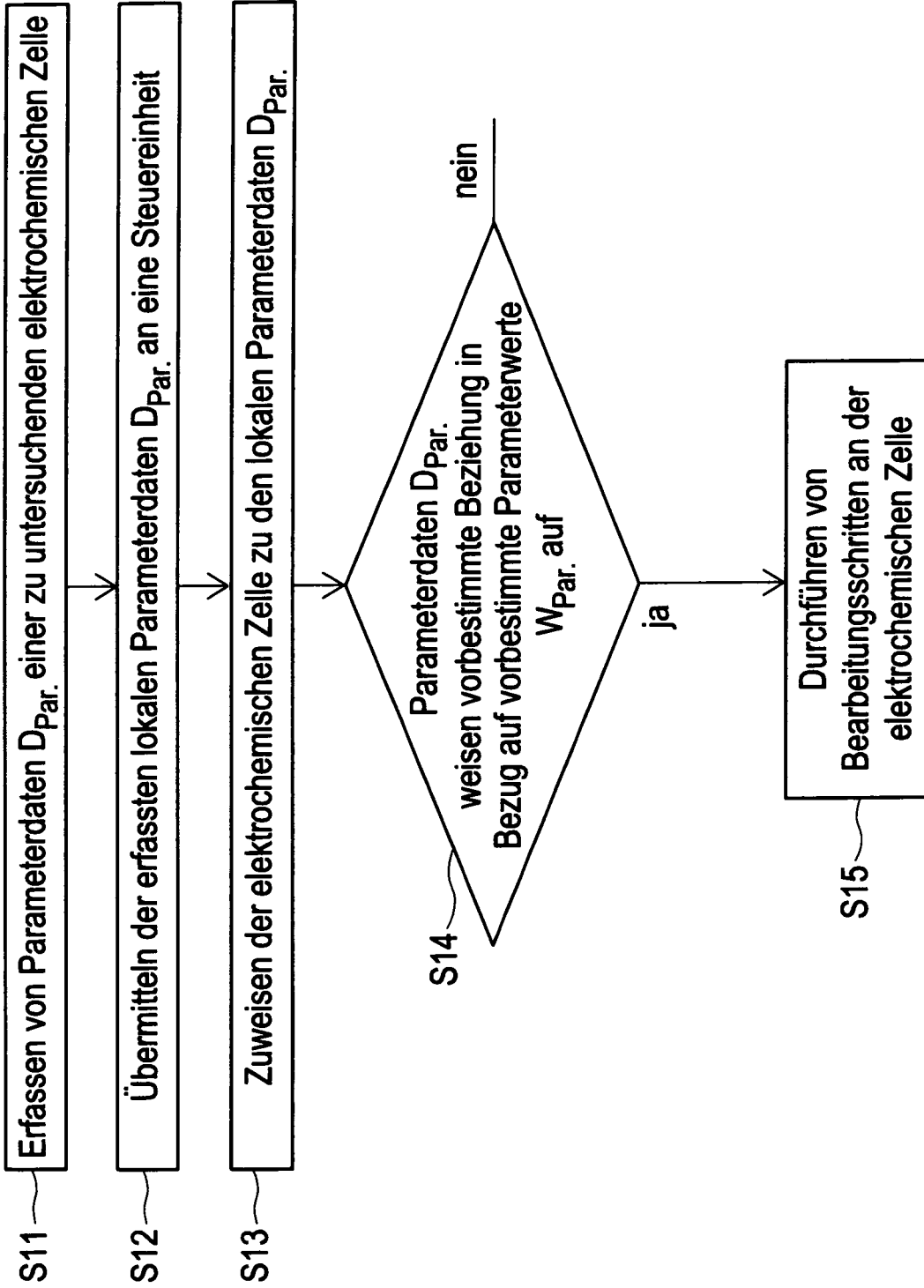


Fig. 3

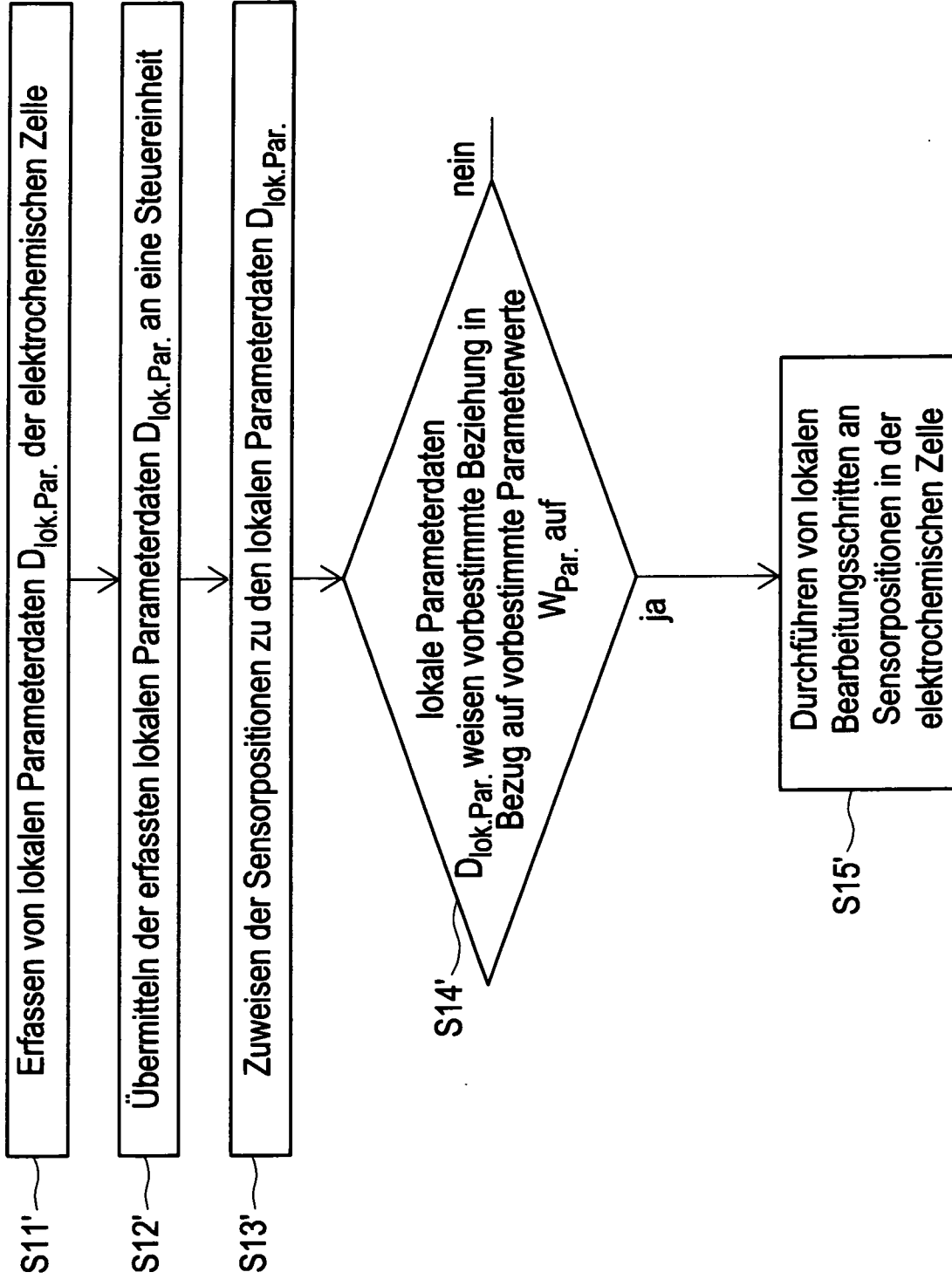


Fig. 4

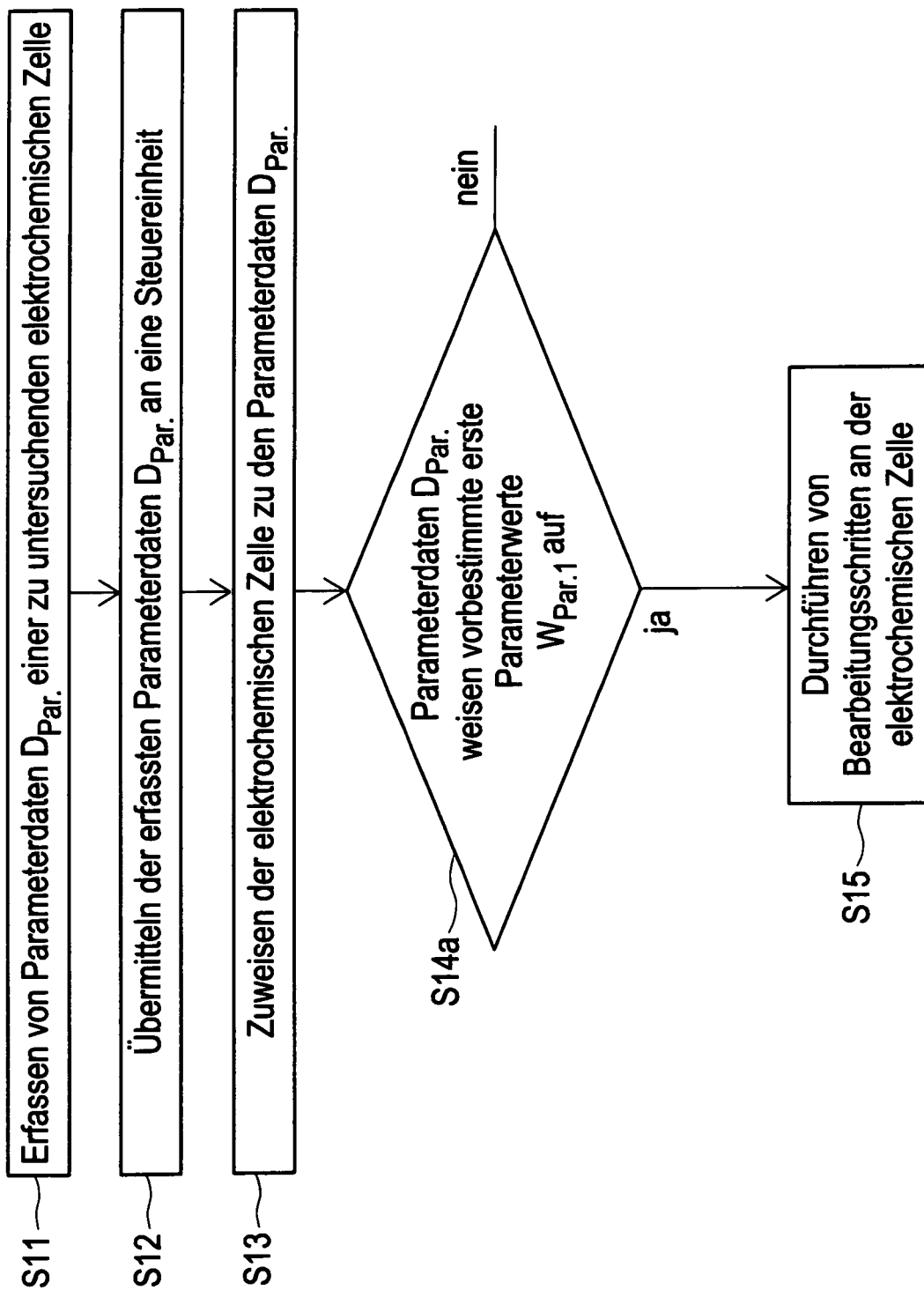


Fig. 5

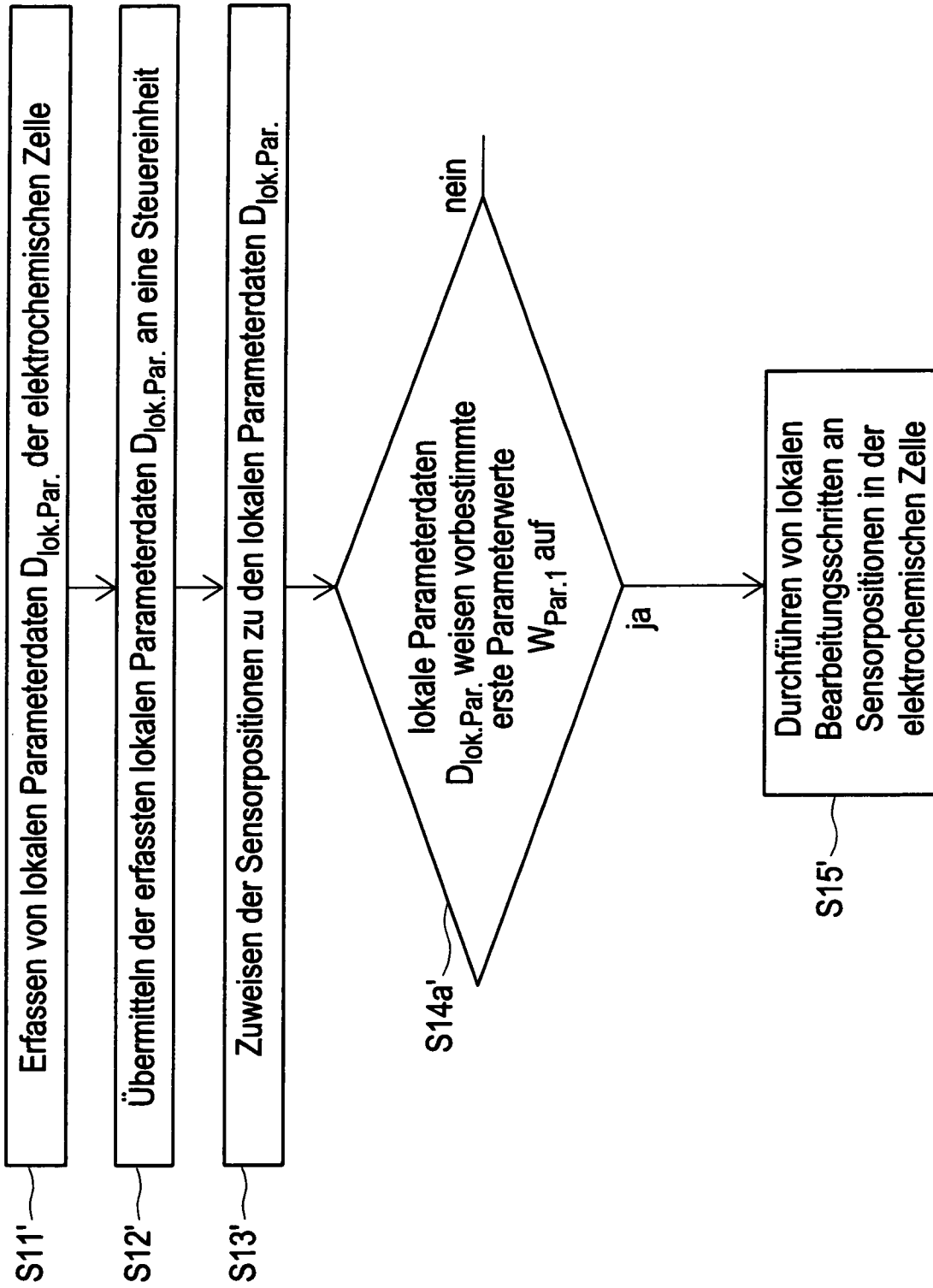


Fig. 6

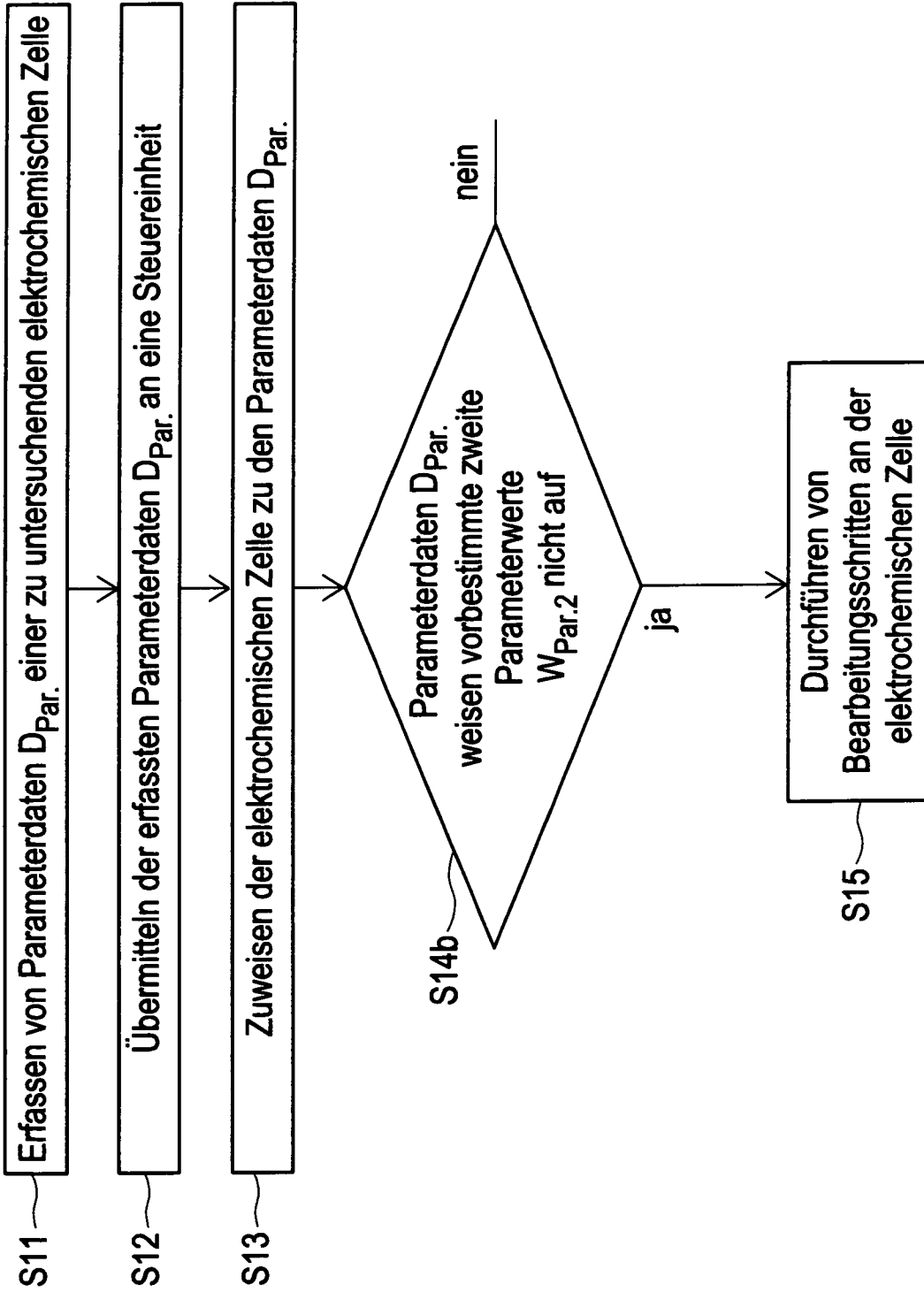


Fig. 7

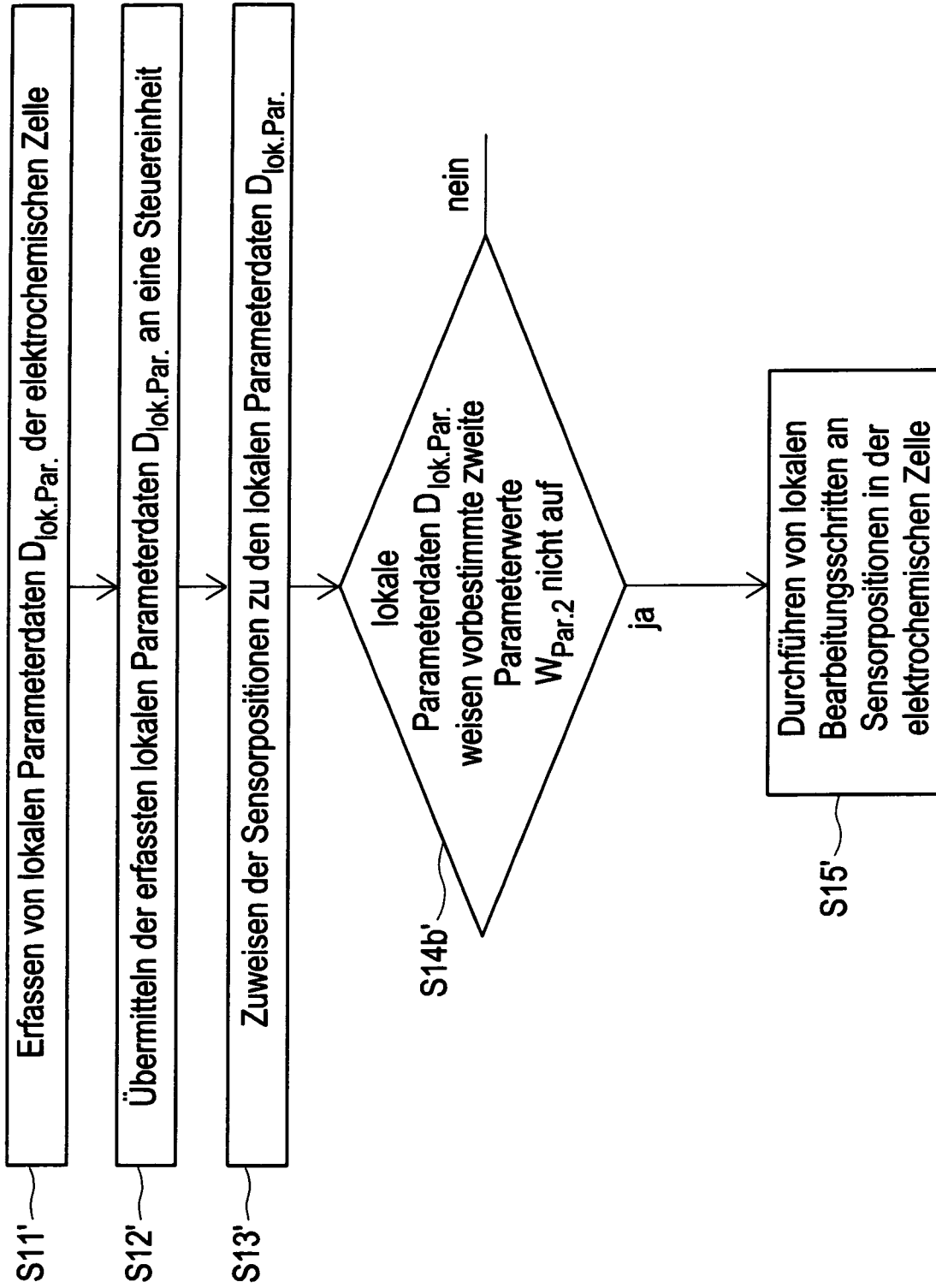


Fig. 8

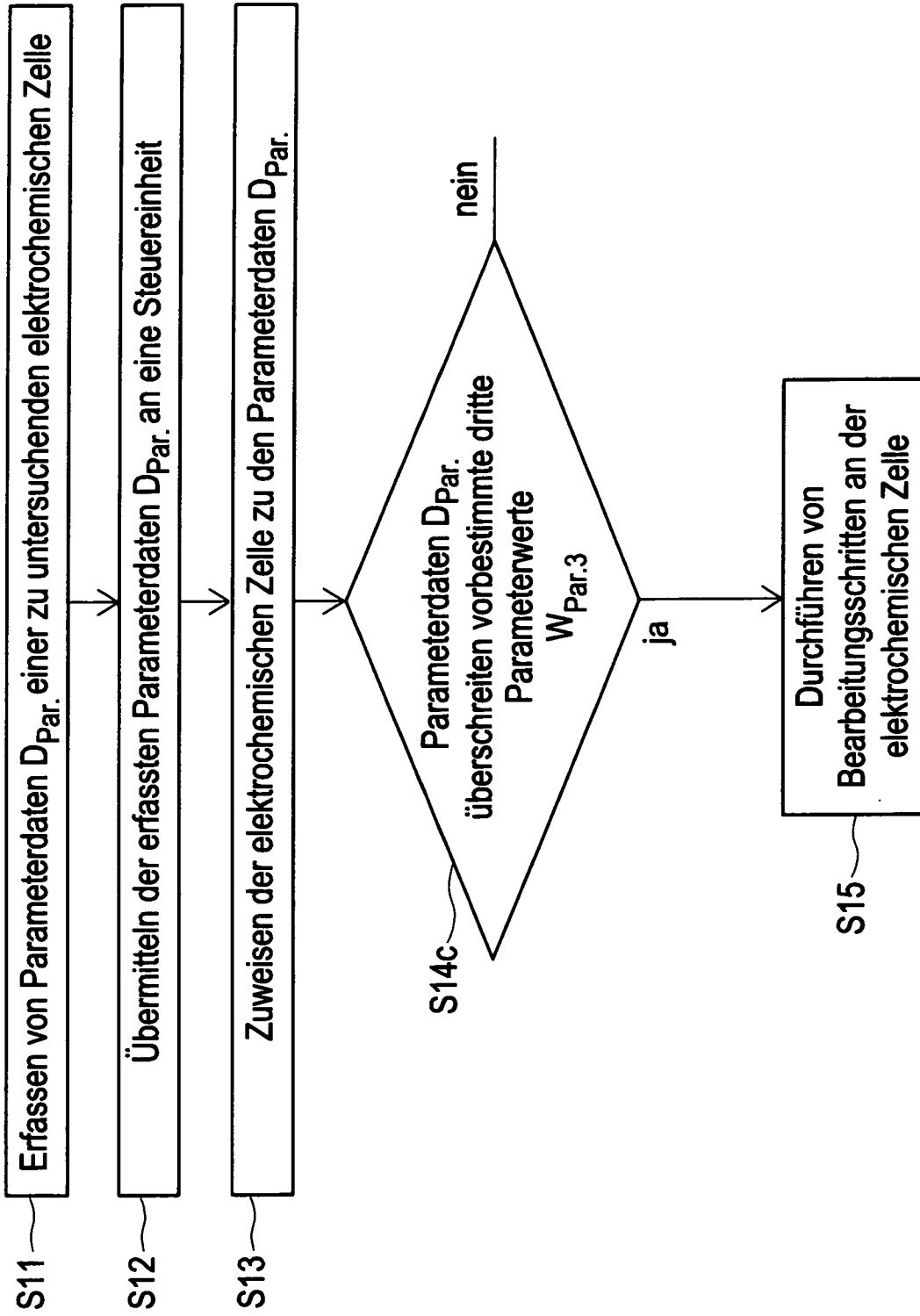


Fig. 9

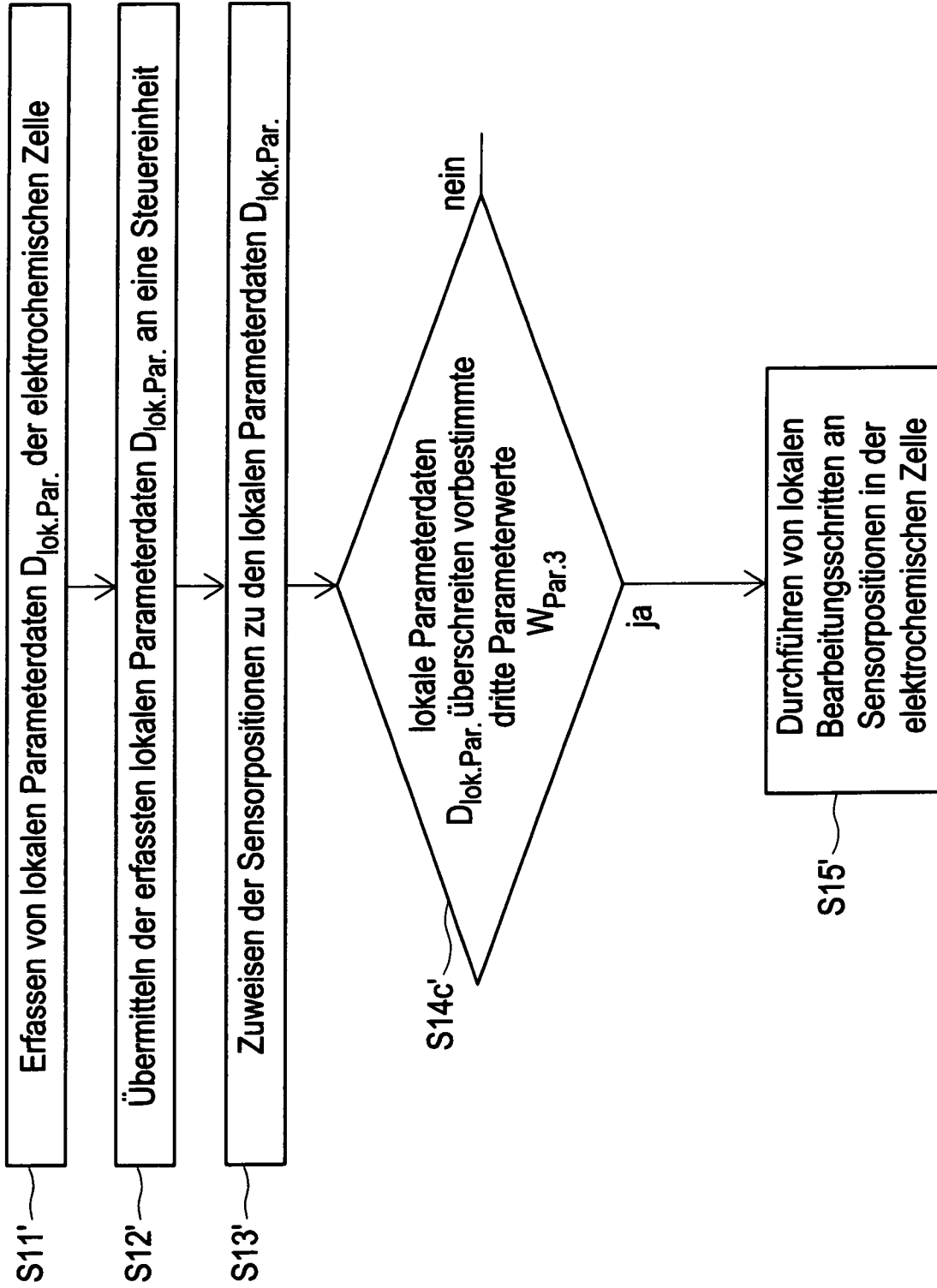


Fig. 10

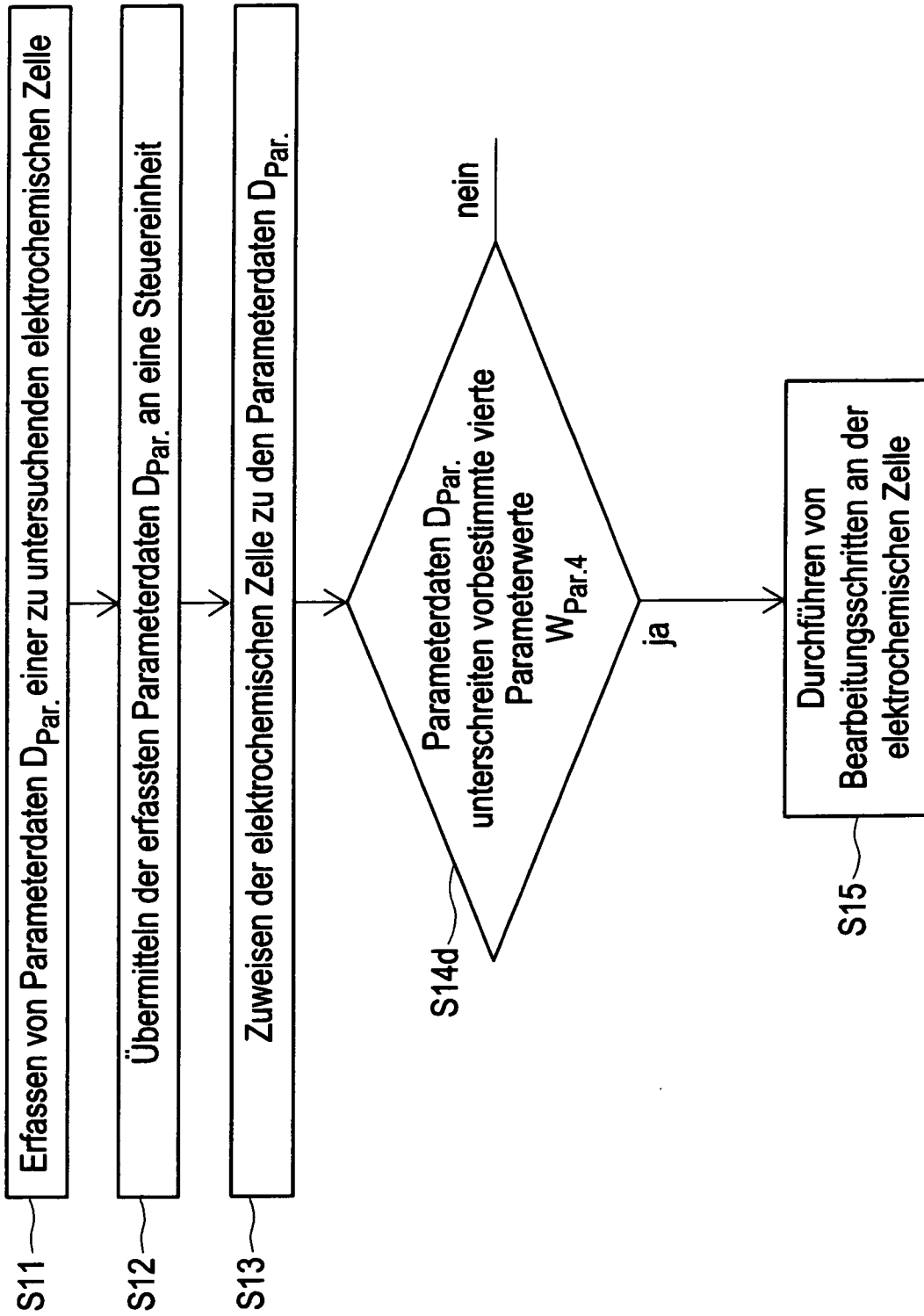


Fig. 11

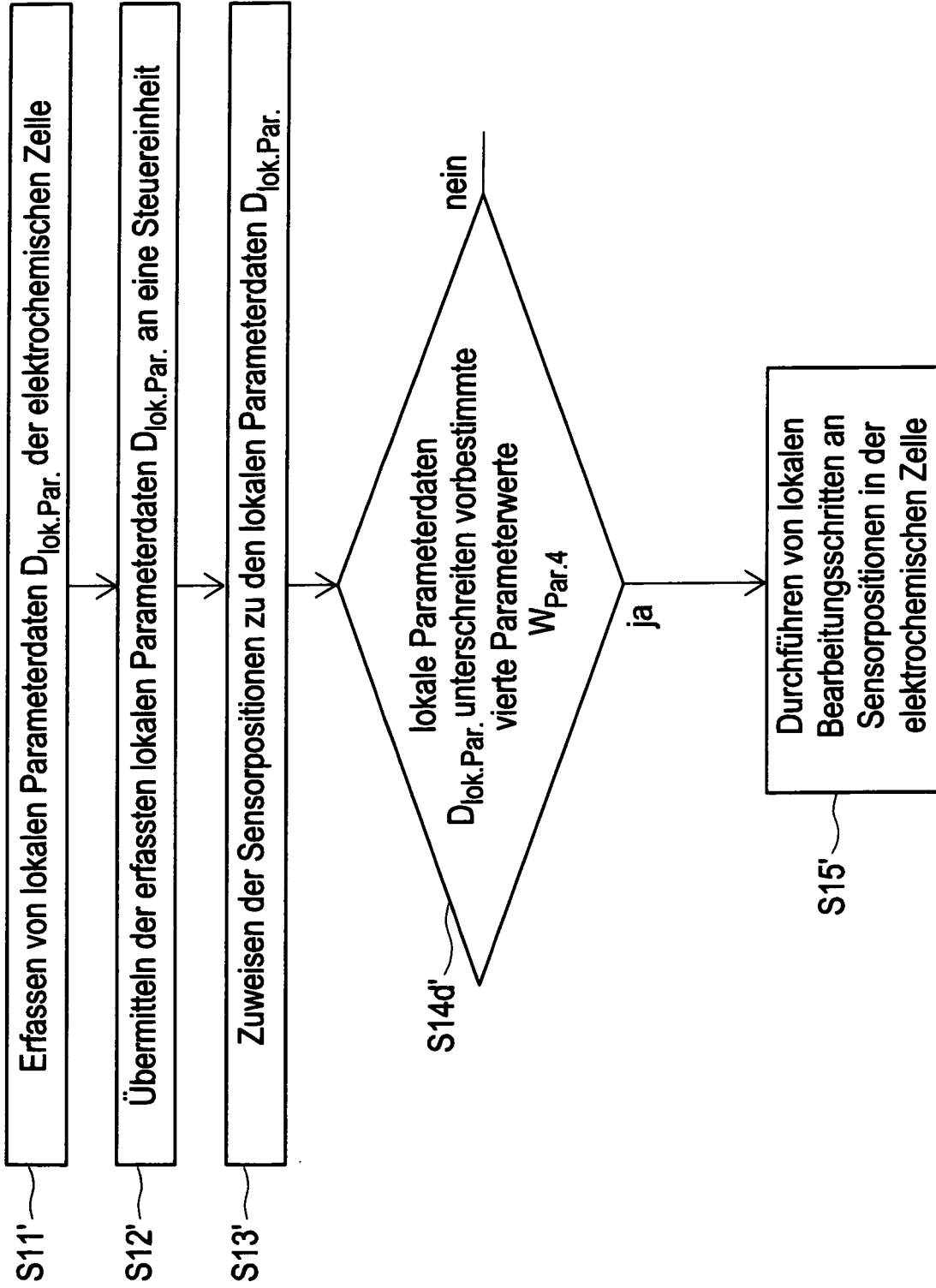


Fig. 12

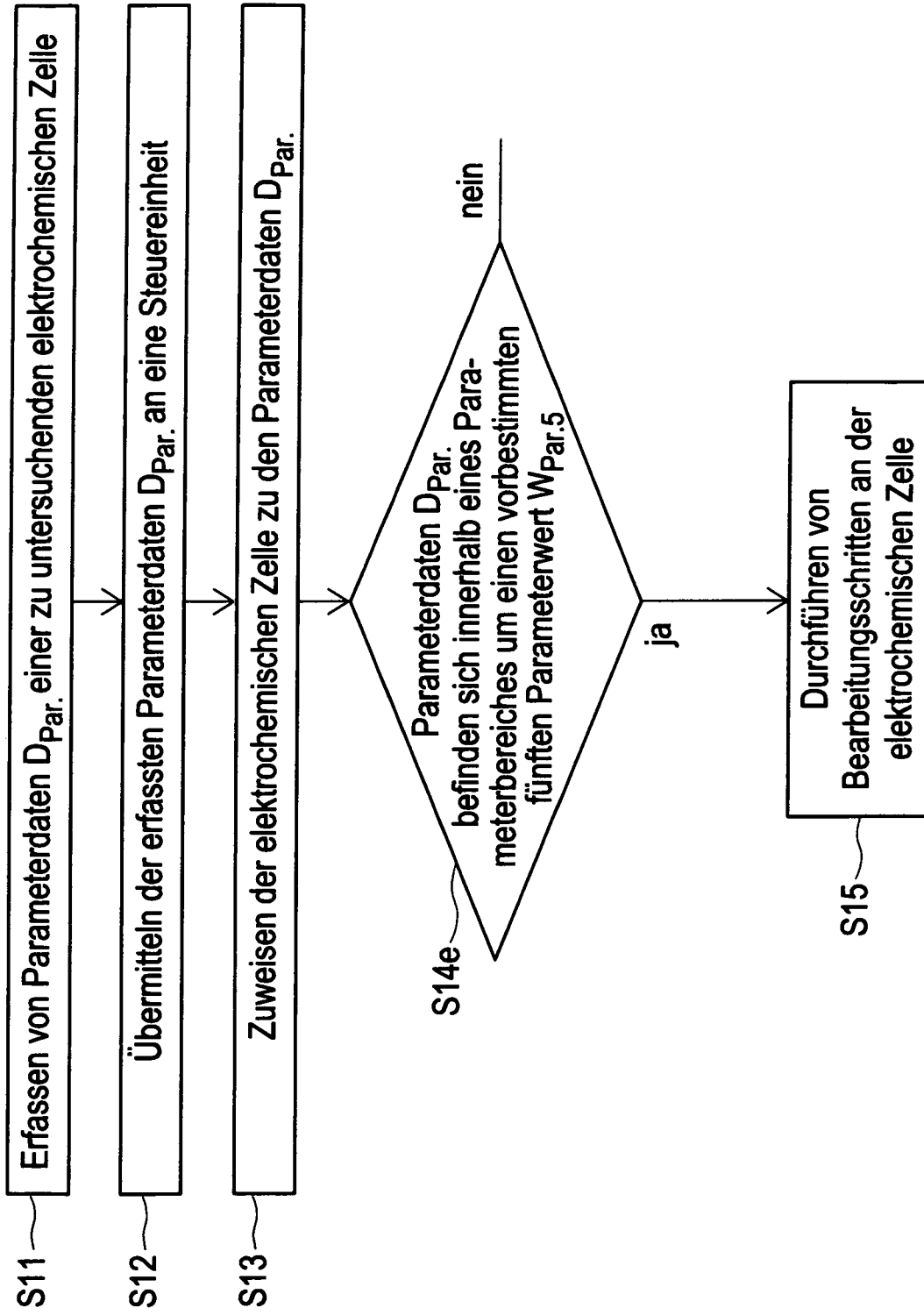


Fig. 13

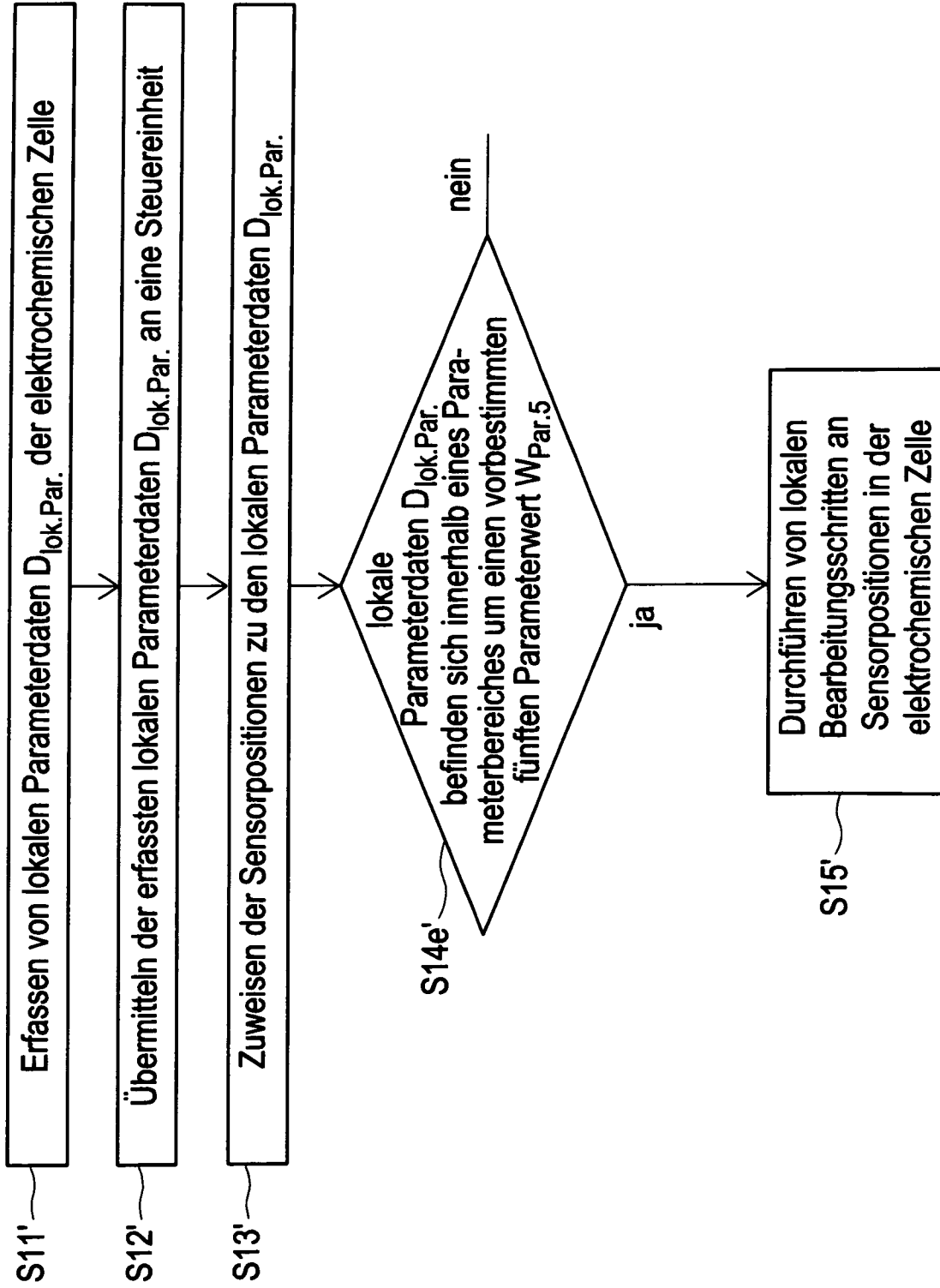


Fig. 14

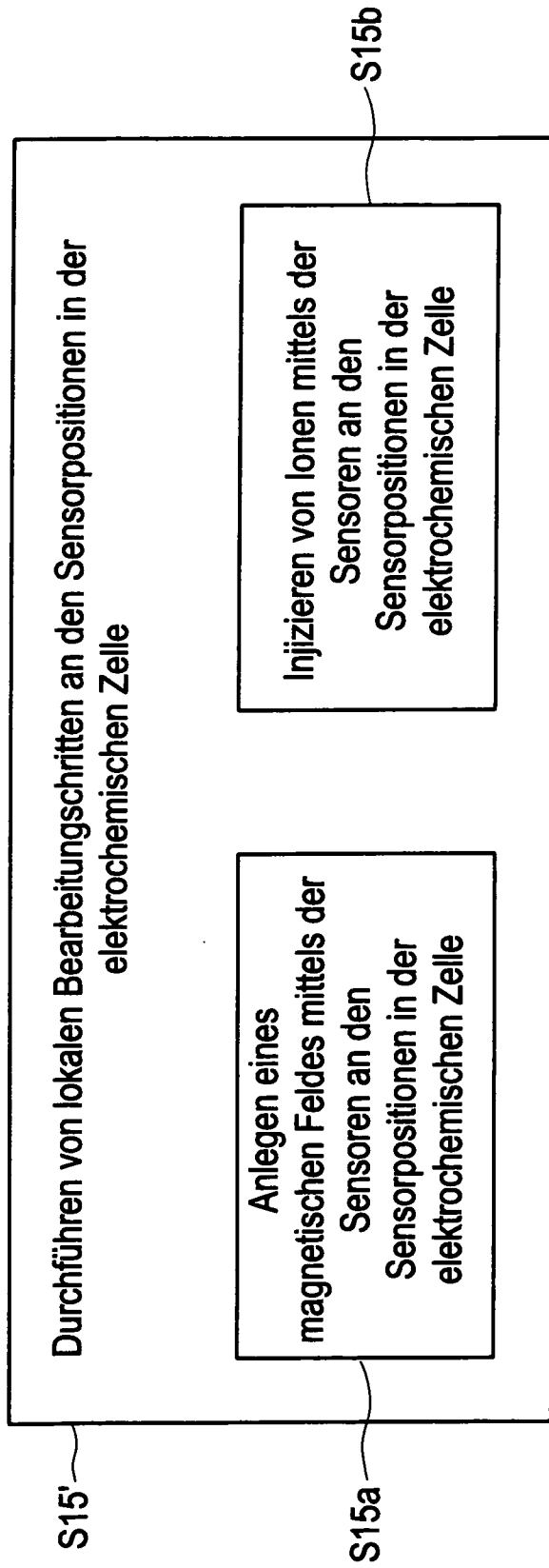


Fig. 15

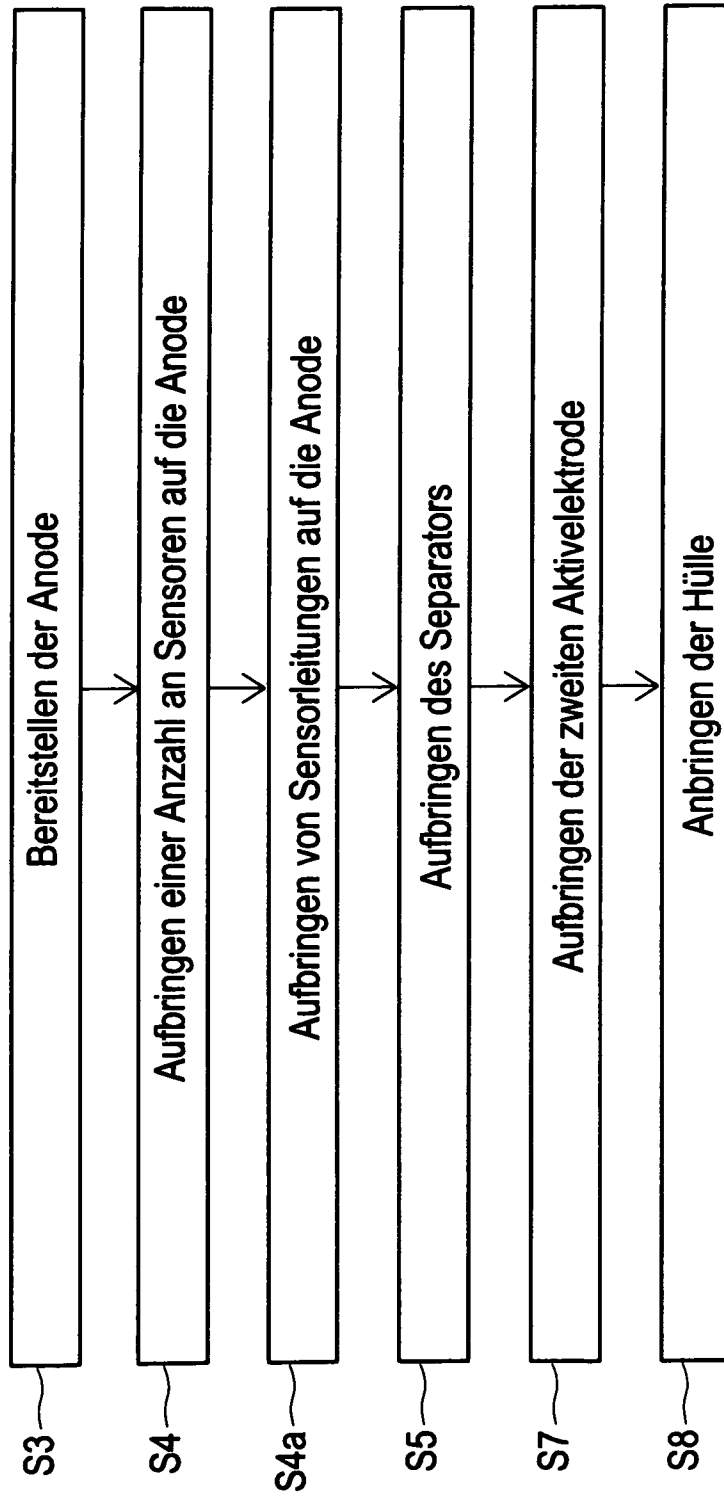


Fig. 16

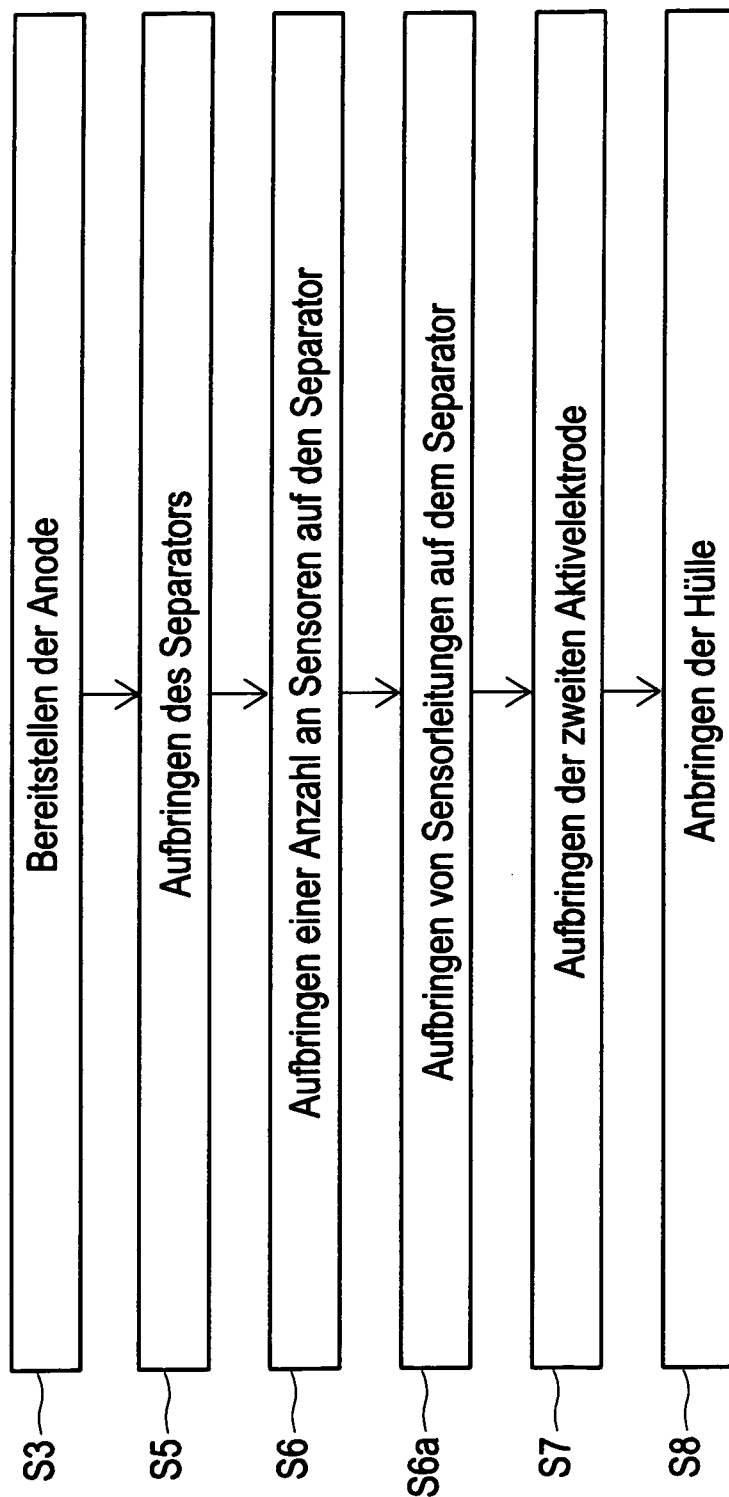


Fig. 17

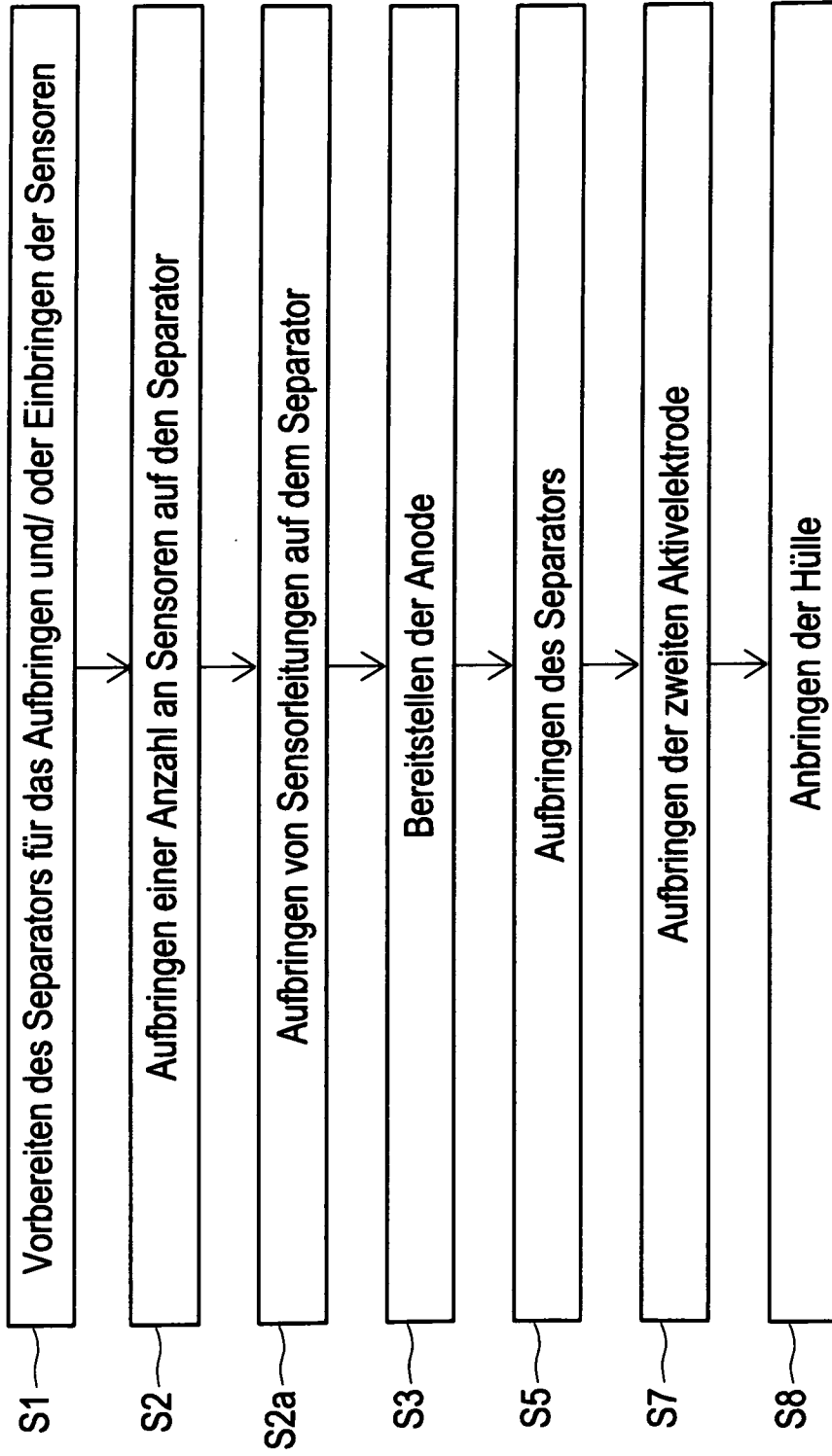


Fig. 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/002120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01M10/04 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/027621 A1 (DEANE GEOFFREY F [US] ET AL) 3 February 2011 (2011-02-03)	1-7,10, 12-15
Y	paragraph [0029] - paragraph [0031]; figure 1 paragraphs [0034], [0036]	9,11
X	EP 2 187 472 A2 (LI TEC BATTERY GMBH [DE]) 19 May 2010 (2010-05-19)	1-8,10, 12,15
Y	abstract; figures 1,2	9,11
X	JP 60 262367 A (JAPAN STORAGE BATTERY CO LTD) 25 December 1985 (1985-12-25)	1-8,10, 12,14,15
Y	abstract; figure 2	9,11
X	JP 61 294770 A (JAPAN STORAGE BATTERY CO LTD) 25 December 1986 (1986-12-25)	1-8,10, 12,14,15
Y	abstract; figure 1	9,11
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 28 June 2012	Date of mailing of the international search report 06/07/2012
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 Hintermaier, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/002120

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010 015914 A (NIPPON SOKEN; TOYOTA MOTOR CORP) 21 January 2010 (2010-01-21) paragraph [0051] -----	9
Y	WO 00/25325 A1 (TYCO ELECTRONICS CORP [US]; CHIANG JUSTIN N [US]; TOTH JAMES [US]; BEA) 4 May 2000 (2000-05-04) page 10, line 9 - line 14 page 12, line 7 - line 10 -----	11
A	JP 2008 292403 A (ASAHI KASEI DENSHI KK) 4 December 2008 (2008-12-04) abstract paragraph [0013] -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/002120

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011027621	A1	03-02-2011	NONE

EP 2187472	A2	19-05-2010	DE 102008057710 A1 27-05-2010
			EP 2187472 A2 19-05-2010
			US 2010124250 A1 20-05-2010

JP 60262367	A	25-12-1985	NONE

JP 61294770	A	25-12-1986	JP 1844470 C 25-05-1994
			JP 5047948 B 20-07-1993
			JP 61294770 A 25-12-1986

JP 2010015914	A	21-01-2010	NONE

WO 0025325	A1	04-05-2000	JP 2002528874 A 03-09-2002
			US 6137669 A 24-10-2000
			US 6597276 B1 22-07-2003
			US 2004056753 A1 25-03-2004
			WO 0025325 A1 04-05-2000

JP 2008292403	A	04-12-2008	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01M10/04 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/027621 A1 (DEANE GEOFFREY F [US] ET AL) 3. Februar 2011 (2011-02-03)	1-7,10, 12-15
Y	Absatz [0029] - Absatz [0031]; Abbildung 1 Absätze [0034], [0036]	9,11
X	EP 2 187 472 A2 (LI TEC BATTERY GMBH [DE]) 19. Mai 2010 (2010-05-19)	1-8,10, 12,15
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	9,11
X	JP 60 262367 A (JAPAN STORAGE BATTERY CO LTD) 25. Dezember 1985 (1985-12-25)	1-8,10, 12,14,15
Y	Zusammenfassung; Abbildung 2	9,11
X	JP 61 294770 A (JAPAN STORAGE BATTERY CO LTD) 25. Dezember 1986 (1986-12-25)	1-8,10, 12,14,15
Y	Zusammenfassung; Abbildung 1	9,11
	----- -/--	



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 er-
scheinen 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

28. Juni 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/07/2012

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

Hintermaier, Frank

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP 2010 015914 A (NIPPON SOKEN; TOYOTA MOTOR CORP) 21. Januar 2010 (2010-01-21) Absatz [0051] -----	9
Y	WO 00/25325 A1 (TYCO ELECTRONICS CORP [US]; CHIANG JUSTIN N [US]; TOTH JAMES [US]; BEA) 4. Mai 2000 (2000-05-04) Seite 10, Zeile 9 - Zeile 14 Seite 12, Zeile 7 - Zeile 10 -----	11
A	JP 2008 292403 A (ASAHI KASEI DENSHI KK) 4. Dezember 2008 (2008-12-04) Zusammenfassung Absatz [0013] -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/002120

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011027621	A1	03-02-2011	KEINE
EP 2187472	A2	19-05-2010	DE 102008057710 A1 27-05-2010 EP 2187472 A2 19-05-2010 US 2010124250 A1 20-05-2010
JP 60262367	A	25-12-1985	KEINE
JP 61294770	A	25-12-1986	JP 1844470 C 25-05-1994 JP 5047948 B 20-07-1993 JP 61294770 A 25-12-1986
JP 2010015914	A	21-01-2010	KEINE
WO 0025325	A1	04-05-2000	JP 2002528874 A 03-09-2002 US 6137669 A 24-10-2000 US 6597276 B1 22-07-2003 US 2004056753 A1 25-03-2004 WO 0025325 A1 04-05-2000
JP 2008292403	A	04-12-2008	KEINE