

(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  
7. Juni 2012 (07.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/072220 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01M 10/04* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/005938
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
23. November 2011 (23.11.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2010 052 843.9  
29. November 2010 (29.11.2010) 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, 99762 Niedersachswerfen (DE). **OLPP, Dieter** [DE/DE]; Caroline-Herschel-Strasse 23b, 81829 München (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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING AN ELECTRODE/SEPARATOR STACK INCLUDING FILLING WITH AN ELECTROLYTE FOR USE IN AN ELECTROCHEMICAL ENERGY STORAGE CELL

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ELEKTRODEN/SEPARATORSTAPELS INKLUSIVE BEFÜLLUNG MIT EINEM ELEKTROLYTEN ZUM EINSATZ IN EINER ELEKTROCHEMISCHEN ENERGIESPEICHERZELLE

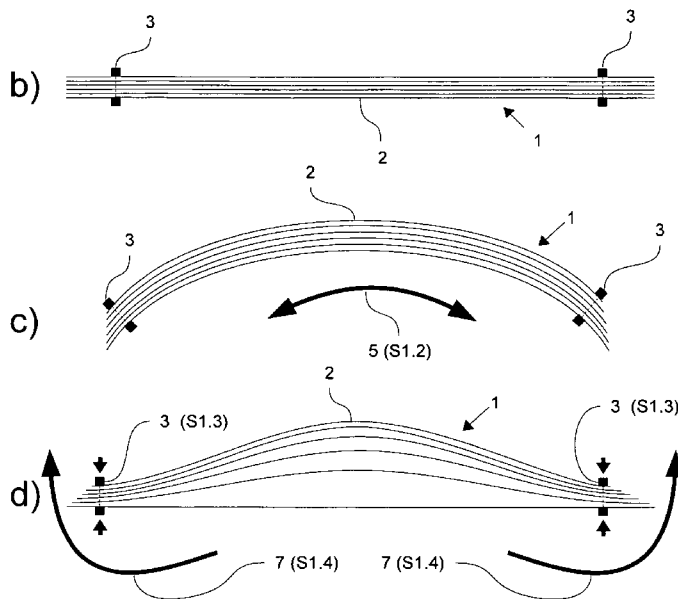


Fig. 1

(57) Abstract: A method for producing an electrochemical energy storage cell, which has a stack 1 of sheets 2, in particular electrode and/or separator sheets 2, and a liquid electrolyte 4, has the following steps: producing interspaces between a large number of adjacent sheets 2 in the stack 1 (step S1), bringing the stack 1 into contact with the electrolyte 4 (step S2), removing the interspaces produced in step S1 between the large number of adjacent sheets 2 in the stack 1 (step S3). As a result, the electrolyte 4 can be distributed quickly and uniformly over the surfaces of the large number of sheets 2. In a particularly preferred embodiment of the method, step S1 has the following substeps: fixing a large number of sheets 2 in the stack 1 relative to one another at at least one point (step S1.1, optional), bending the stack 1, wherein the sheets 2 in the stack 1 are at least partially movable with respect to one another (step S1.2), fixing a large number of sheets 2 in the bent stack 1 relative to one another, with the result that the large number of sheets 2 are fixed in each case relative to one another at at least two points (step S1.3), returning the bent stack 1 to a shape which approximately corresponds to the initial shape of the stack 1, whilst maintaining the fixings from step S1.1 and/or S1.3 (step S1.4).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/072220 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Rechenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Ein Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle, welche einen Stapel 1 von Blättern 2, insbesondere Elektroden- und/oder Separatorblättern 2, sowie einen flüssigen Elektrolyten 4 aufweist, weist folgende Schritte auf: Erzeugen von Zwischenräumen zwischen einer Vielzahl von in dem Stapel 1 benachbarten Blättern 2 (Schritt S1), Inkontaktbringen des Stapels 1 mit dem Elektrolyten 4 (Schritt S2), Entfernen der in Schritt S1 erzeugten Zwischenräume zwischen der Vielzahl der in dem Stapel 1 benachbarten Blätter 2 (Schritt S3). Dadurch kann sich der Elektrolyt 4 schnell und gleichmäßig auf den Oberflächen der Vielzahl der Blätter 2 verteilen. In einer besonders bevorzugten Ausführung des Verfahrens weist der Schritt S1 die folgenden Teilschritte auf: Fixieren einer Vielzahl von Blättern 2 in dem Stapel 1 relativ zueinander an wenigstens einem Punkt (Schritt S1.1, optional), Biegen des Stapels 1, wobei die Blätter 2 in dem Stapel 1 wenigstens teilweise gegeneinander beweglich sind (Schritt S1.2), Fixieren einer Vielzahl von Blättern 2 in dem gebogenen Stapel 1 relativ zueinander, so dass die Vielzahl von Blättern 2 an wenigstens zwei Punkten jeweils relativ zueinander fixiert sind (Schritt S1.3), Zurückführen des gebogenen Stapels 1 unter Beibehaltung der Fixierungen aus Schritt S1.1 und/oder S1.3 in eine Form, die annähernd der Ausgangsform des Stapels 1 entspricht (Schritt S1.4).

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ELEKTRODEN/SEPARATORSTAPELS INKLUSIVE BEFÜLLUNG MIT EINEM ELEKTROLYTEN ZUM EINSATZ IN EINER ELEKTROCHEMISCHEN ENERGIESPEICHERZELLE

### **B e s c h r e i b u n g**

- 10 Hiermit wird der gesamte Inhalt der Prioritätsanmeldung DE 10 2010 052 843.9 durch Bezugnahme Bestandteil der vorliegenden Anmeldung.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle, welche einen Stapel von Blättern,  
15 insbesondere Elektroden- und/oder Separatorblättern, sowie einen flüssigen Elektrolyten aufweist.

Unter elektrochemischen Energiespeicherzellen werden die kleinsten Einheiten von Vorrichtungen zur chemischen Speicherung von elektrischer Energie  
20 verstanden, insbesondere nicht-aufladbare Energiespeicherzellen, auch Primärzellen genannt, wie Alkalibatteriezellen, sowie aufladbare Energiespeicherzellen, auch Sekundärzellen oder Akkumulatorzellen genannt, wie Nickel-Metallhydrid- oder Lithium-Ionen-Batteriezellen.

25 Eine derartige Energiespeicherzelle weist im allgemeinen eine Elektrodenanordnung auf, welche aus einer Vielzahl von abwechselnd übereinanderliegenden, flächigen Elektroden oder Elektrodenlagen besteht, wobei abwechselnd jeweils eine positive Elektrode (Kathode) und eine negative Elektrode (Anode) angeordnet ist. Zwischen je zwei benachbarten Elektroden

oder Elektrodenlagen ist ein Separator oder eine Separatorlage angeordnet, welche(r) dazu dient, einen elektrischen Kontakt zwischen zwei Elektroden verschiedener Polarität und damit einen Kurzschluss zu vermeiden. Die Elektrodenanordnung ist mit einem, vorzugsweise flüssigen, Elektrolyten gefüllt, um die elektrische Leitfähigkeit innerhalb der Energiespeicherzelle herzustellen. Je nach der Beschaffenheit der Oberflächen der Elektroden bzw. Separatoren – beispielsweise glatt oder porös – sollen diese Oberflächen von dem Elektrolyten beispielsweise nur benetzt oder auch getränkt werden. Die Verteilung des Elektrolyten auf den Oberflächen der Elektroden bzw. Separatoren soll jedoch möglichst flächendeckend sein, um eine gute Leitfähigkeit und damit eine große Kapazität der elektrochemischen Energiespeicherzelle sicherzustellen.

Im Falle einer Lithium-Ionen-Zelle können die Elektroden beispielsweise aus mit Graphit geschichteter Aluminium- bzw. Kupferfolie und der Separator aus einem keramischen, auf einem Kunststoffsubstrat aufgebracht Material bestehen. Der Separator kann beispielsweise aus einem organischen Material bestehen, welches Lithium-Ionen enthält.

Eine derartige Elektrodenanordnung wird beispielsweise durch Aufwickeln von übereinandergelegten Elektroden- und Separatorbändern oder durch wechselweises Übereinanderschichten von einzelnen Elektroden- und Separatorblättern hergestellt. Im Falle einer geschichteten Elektrodenanordnung sind alle Anodenblätter bzw. alle Kathodenblätter jeweils elektrisch leitend durch metallische Ableiter zur Stromabführung miteinander verbunden.

In der vorliegenden Patentanmeldung werden lediglich Elektrodenanordnungen der letztgenannten Art betrachtet, welche durch Übereinanderschichten von Blättern, insbesondere Elektroden- und Separatorblättern, erhalten werden. Eine solche Anordnung aus übereinandergeschichteten Blättern, in welcher die einzelnen Blätter im Wesentlichen ebene und im Wesentlichen parallele Flächen bilden, wird im Folgenden als Stapel bezeichnet. Unter einem Blatt wird ein flächiger Gegenstand verstanden, vorzugsweise ein dünner flächiger

Gegenstand, d. h. ein flächiger Gegenstand, dessen Abmessungen in einer Richtung senkrecht zu seiner Fläche wesentlich geringer sind als der Durchmesser des größten Kreises, der vollständig innerhalb der Fläche liegt. Die einzelnen Blätter haben dabei vorzugsweise eine rechteckige Form und sind  
5 vorzugsweise auch gleich groß. Daher wird die vorliegende Erfindung in Bezug auf rechteckige, gleich große Blätter beschrieben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Blätter auch jede beliebige andere Form und Größe haben können.

10 Bei der Herstellung von Energiespeicherzellen mit derartigen Elektrodenanordnungen stellt sich das Problem, die Elektrodenanordnung mit dem flüssigen Elektrolyten so zu befüllen, dass der Elektrolyt mit den Oberflächen aller Elektroden- und Separatorblätter vollständig in Kontakt kommt. Dies wird dadurch erschwert, dass die einzelnen Blätter in Fertigungsablauf  
15 unmittelbar vor dem Befüllen bereits eng aneinanderliegen und der Elektrolyt daher von außen nur schwer zwischen die Blätter gelangen kann, um sich dort gleichmäßig zu verteilen und vollständig mit den Oberflächen der einzelnen Blätter in Kontakt zu kommen. Es besteht auch die Gefahr, dass die Blätter sich in äußeren Bereichen, welche mit dem Elektrolyten zuerst in Kontakt kommen,  
20 "vollsaugen" und – je nach Material – möglicherweise aufquellen, wodurch der Elektrolyt in die inneren Bereiche der Blattoberflächen gar nicht mehr vordringen kann.

Es ist bekannt, das Befüllen einer derartigen, aus einem Stapel von Elektroden-  
25 und Separatorblättern bestehenden Elektrodenanordnung in der Weise vorzunehmen, dass der Stapel hochkant aufgestellt wird und der Elektrolyt an einer Längs- oder Schmalseite des Stapels eingefüllt, beispielsweise eingeträufelt oder eingespritzt, wird. Der Elektrolyt wird dann durch die Schwerkraft oder durch Kapillarwirkung nach unten in den Stapel hineingezogen  
30 und verteilt sich dort mehr oder weniger schnell und gleichmäßig auf den Oberflächen der einzelnen Blätter. Der Verteilvorgang wird dabei durch eine hinreichend lange Einwirkzeit unterstützt, welche im Minuten- oder Stunden-,

aber auch im Tagebereich liegen kann, um eine gleichmäßige Verteilung des Elektrolyten auf einen Blättern zu gewährleisten. Diese Einwirkzeit führt zu erheblichen Verzögerungen im Produktionsablauf.

- 5 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem der Elektrolyt auf einfache, schnelle und zuverlässige Weise mit den Oberflächen der Elektroden- und Separatorblätter in Kontakt gebracht werden kann.
- 10 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle gemäß Anspruch 1 gelöst, wobei vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungen des Verfahrens in den Unteransprüchen enthalten sind.
- 15 Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf der Idee, dass der flüssige Elektrolyt leichter zwischen die Blätter des Stapels hineindringen und mit deren Oberflächen in Kontakt kommen kann, wenn zwischen benachbarten Blättern in dem Stapel jeweils ein kleiner Zwischenraum vorhanden ist. Da die Blätter in dem Stapel jedoch dicht aufeinanderliegend angeordnet sind, wird ein Verfahren
- 20 benötigt, um die Blätter in dem Stapel "aufzufächern" und dadurch in eine "lamellenartige" Struktur zu bringen. Sodann kann der Stapel hochkant derart aufgestellt werden, dass eine aufgefächerte Seite nach oben zeigt, und der Elektrolyt problemlos von oben in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Blättern eingefüllt werden. Der Elektrolyt wird sich dann gleichmäßig auf allen
- 25 Oberflächen aller Blätter in dem Stapel verteilen, da er diese Oberflächen unmittelbar und ungehindert erreichen kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Anspruch 1 weist daher die folgenden Schritte auf, wobei diese auch mehrfach und/oder in einer anderen als der

30 angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden können:

- Zwischen einer Vielzahl von in dem Stapel benachbarten Blättern werden Zwischenräume erzeugt.
  - Der Stapel wird mit dem Elektrolyten in Kontakt gebracht.
  - Die zwischen der Vielzahl der in dem Stapel benachbarten Blätter erzeugten
- 5       Zwischenräume werden wieder entfernt.

Die Breite eines Zwischenraumes beträgt dabei vorzugsweise wenigstens die Dicke eines Blattes, weiter vorzugsweise wenigstens das Doppelte der Dicke eines Blattes.

10

Auch hier kann zwischen dem Inkontaktbringen des Stapels mit dem Elektrolyten und dem Entfernen der Zwischenräume zwischen den Blättern eine bestimmte "Einwirkzeit" vorgesehen werden, wobei die Länge der nötigen Einwirkzeit hierbei deutlich kürzer sein wird, als wenn keine Zwischenräume

15       zwischen den Blättern vorhanden wären.

15

In einer besonders bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist der Schritt des Erzeugens von Zwischenräumen zwischen einer Vielzahl von in dem Stapel benachbarten Blättern wenigstens die folgenden Teilschritte

20       in der angegebenen Reihenfolge auf:

20

- Eine Vielzahl von Blättern in dem Stapel wird an wenigstens einem Punkt relativ zueinander fixiert. Mit "Fixierung" ist hierbei gemeint, dass eine relative Beweglichkeit der Blätter gegeneinander an diesem Punkt verhindert
- 25       wird, vorzugsweise durch eine Klemmung und/oder durch einen Anschlag. Dieser Schritt ist an dieser Stelle des Verfahrens optional (siehe unten).
- Der Stapel wird gebogen, wobei die Blätter in dem Stapel wenigstens teilweise gegeneinander beweglich sind. Das Biegen erfolgt durch
- 30       Aufbringen von geeigneten Kräften von außen. Die Form des gebogenen Stapels kann sich dabei durch die Materialeigenschaften der Blätter selbst, insbesondere deren Biegesteifigkeit, durch die von außen aufgebracht

30

Kräfte oder auch durch einen Formkörper, an den der Stapel während der Biegung angelegt wird, ergeben.

5 Der Winkel, um den der Stapel gebogen wird (d. h. – bei der Biegung entlang eines Kreises – der Umschlingungswinkel des gebogenen Stapels um diesen Kreis), wird dabei vorzugsweise so groß wie möglich gewählt. Er beträgt vorzugsweise mindestens 90 Grad, weiter vorzugsweise wenigstens 180 Grad.

10 Da der Stapel durch die Dicke der einzelnen Blätter insgesamt ebenfalls eine bestimmte Dicke hat, werden die Blätter am inneren – dem gedachten Mittelpunkt der Biegung zugewandten – Rand des Stapels stärker gebogen als die Blätter am äußeren – dem gedachten Mittelpunkt der Biegung abgewandten – Rand des Stapels. Diejenigen Seitenkanten der einzelnen  
15 Blätter, welche senkrecht zu der Ebene verlaufen, in welcher die Biegung erfolgt, und die daher selbst nicht gebogen werden, werden dabei leicht gegeneinander verschoben. Diese Verschiebung geschieht an einer Seite der Blätter, an der die Blätter nicht gegeneinander fixiert sind oder, wenn der obige Fixierungsschritt nicht ausgeführt wurde, möglicherweise auch an zwei  
20 gegenüberliegenden Seiten der Blätter.

- Die Vielzahl der Blätter in den gebogenen Stapel wird relativ zueinander fixiert. Falls die Blätter im ersten Schritt bereits an einem Punkt relativ zueinander fixiert wurden, ist in diesem Schritt nur noch eine Fixierung an  
25 wenigstens einem weiteren Punkt erforderlich, ansonsten an wenigstens zwei weiteren Punkten. In allen Fällen sind die Blätter nun an wenigstens zwei Punkten jeweils relativ zueinander fixiert.

- Der gebogene Stapel wird unter Beibehaltung der erfolgten Fixierungen in  
30 eine Form zurückgeführt, die annähernd seiner Ausgangsform entspricht. Das Zurückführen des Stapels erfolgt vorzugsweise durch das Wegnehmen der äußeren, die Biegung bewirkenden Kräfte, wobei der Stapel durch die

Entspannung der einzelnen gebogenen Blätter wieder annähernd in seine Ausgangsform zurückkehrt. Das Zurückführen des Stapels kann aber auch durch den Biegekräften entgegengerichtete Kräfte aktiv herbeigeführt werden.

5

Wegen der oben beschriebenen Verschiebung der Seitenkanten der Vielzahl der Blätter gegeneinander durch die Biegung des Stapels und die Fixierungen können die Blätter jedoch nicht vollständig in ihre ursprüngliche, zueinander parallele Stellung zurückkehren. Vielmehr bildet sich zwischen je zwei benachbarten Blättern als Ausgleich der gegenseitigen Verschiebung eine leicht unterschiedliche Krümmung diesen beiden Blättern und somit ein kleiner Spalt zwischen ihnen, welcher sich zu den Fixierungsstellen hin verjüngt und – wobei eine symmetrische Form des Spaltes angenommen wird – in der Mitte seine größte Breite hat. Aufgrund der Fixierung ist der Stapel weiterhin mechanisch stabil.

15

Nach Ausführung dieser Schritte kann der Elektrolyt mit dem Stapel in Kontakt gebracht werden. Dies erfolgt in einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung durch das Einfüllen des Elektrolyten. Vorzugsweise wird der Stapel dafür so ausgerichtet, dass eine Seite des Stapels, an der sich die Spalte gebildet haben, nach oben zeigt. Vorzugsweise wird der Elektrolyt dann durch einen von oben auf den Stapel gerichteten Flüssigkeitsstrahl eingefüllt, beispielsweise eingeträufelt oder -gespritzt.

20

Alternativ ist es auch möglich, den gesamten Stapel in ein Elektrolytbad einzutauchen oder umgekehrt den Stapel mit dem Elektrolyten zu fluten, indem der Stapel in ein Gefäß verbracht wird und der Elektrolyt in dieses Gefäß eingefüllt wird, bis der Stapel ganz von dem Elektrolyten bedeckt ist. Bei beiden Vorgängen kann der Stapel von oben an den Ableitern (falls solche in diesem Fertigungsschritt bereits vorhanden sind), welche ohnehin nicht mit dem Elektrolyten in Kontakt kommen sollen, festgehalten werden.

30

Auch ist es möglich, den Stapel während des Inkontaktbringens und/oder nach dem Inkontaktbringen des Stapels mit dem Elektrolyten in Schritt S2 zu schleudern, wobei unter Schleudern eine schnelle Drehung um eine Rotationsachse verstanden wird. Das Schleudern geschieht dabei vorzugsweise um eine oder (nacheinander) um mehrere geometrische Symmetrieachsen des Stapels, um eine Unwucht des Stapels während des Schleuderns zu vermeiden. Sofern das Schleudern während des Inkontaktbringens des Stapels mit dem Elektrolyten geschieht, wird der Elektrolyt vorzugsweise entlang der Rotationsachse des Schleudervorgangs von oben in den Stapel eingefüllt. Durch das Schleudern wird sichergestellt, dass sich der Elektrolyt durch die entstehende Zentrifugalkraft noch besser in dem Stapel verteilt.

Der letzte Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens, das Entfernen der Zwischenräume zwischen der Vielzahl der in dem Stapel benachbarten Blätter, erfolgt in einer besonders bevorzugten Ausführung durch das Lösen der vorgenommenen Fixierungen. Wenn die Blätter eine genügend große Biegesteifigkeit aufweisen, nehmen sie von selbst wieder ihre ursprüngliche Form als ebene Flächen an. Ebenso nimmt damit auch der Stapel von selbst wieder seine ursprüngliche, aus dicht aufeinanderliegenden Blättern bestehende Form an, wobei nun der Elektrolyt gleichmäßig auf den Oberflächen der Blätter verteilt ist. Alternativ kann die ursprüngliche Form des Stapels nach dem Lösen der Fixierungen auch durch leichten Druck von außen auf die beiden äußersten Blätter des Stapels wieder erreicht werden.

Weiterhin kann nach dem Entfernen der Zwischenräume von außen eine Kraft auf den Stapel ausgeübt werden, damit sich der Elektrolyt im Inneren des Stapels noch besser verteilt. Bei dieser Kraft handelt es sich vorzugsweise um eine Press-, Streich- oder Rollbewegung. Sie wird – je nach der Art der Bewegung – vorzugsweise ausgeübt durch eine oder mehrere Platten, die den Stapel von einer oder von beiden Seiten von außen zusammenpressen, von einer oder mehreren Rakeln, die mit Druck auf einer oder auf beiden Seiten von außen über die Oberfläche des Stapels streichen, bzw. von einer oder mehreren

Rollen, die mit Druck auf einer oder auf beiden Seiten von außen über die Oberfläche des Stapels rollen. Das Steichen oder das Rollen kann dabei auch in mehreren Richtungen erfolgen, um den Elektrolyten in dem Stapel in alle Richtungen gut zu verteilen.

5

In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung werden wenigstens zwei Folgen von Schritten aus Fixieren einer Vielzahl von Blättern, Biegen des Stapels und Zurückführen des gebogenen Stapels nacheinander ausgeführt. Dabei wird der Stapel in den beiden Schrittfolgen jeweils in entgegengesetzte Richtungen gebogen. Dies hat den Vorteil, dass die Blätter, die nach dem ersten Biegen und Zurückführen des Stapels die größte Krümmung aufweisen und zwischen denen sich die kleinsten Spalte befinden, nach dem Biegen des Stapels in die umgekehrte Richtung und dem Zurückführen des Stapels die kleinste Krümmung haben und sich zwischen ihnen die größten Spalte befinden, und umgekehrt. Somit steht zwischen je zwei Blättern nach wenigstens einer solchen Schrittfolge ein ausreichend großer Spalt zur Verfügung, damit sich der Elektrolyt dort problemlos verteilen kann. Es ist auch möglich, nach dem Ausführen der ersten Schrittfolge einen Teil des Elektrolyten und nach dem Ausführen der zweiten Schrittfolge einen weiteren oder den restlichen Teil des Elektrolyten in den Stapel einzufüllen.

20

In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung werden wenigstens zwei Folgen von Schritten aus Fixieren einer Vielzahl von Blättern, Biegen des Stapels und Zurückführen des gebogenen Stapels nacheinander ausgeführt. Dabei erfolgt das Fixieren der Vielzahl von Blättern zumindest teilweise an verschiedenen Stellen des Stapels, vorzugsweise abschnittsweise von oben nach unten oder von unten nach oben entlang zweier einander gegenüberliegender Kanten des Stapels, wobei der Stapel hochkant aufgestellt ist.

25  
30

Auch bei einem solchen lediglich teilweisen, vorzugsweise abschnittswisen, Fixieren der Vielzahl von Blättern lässt sich der Stapel noch nahezu genauso

biegen und lassen sich damit die gewünschten Zwischenräume zwischen den Blättern noch genauso erzeugen. Gleichzeitig wird jedoch sichergestellt, dass kein Punkt auf der Oberfläche der Blätter während des gesamten Verfahrens durch eine Fixierungsvorrichtung, beispielsweise eine Klemmschiene, bedeckt  
5 ist oder an benachbarte Blätter angepresst wird. Ein solcher Punkt wäre von dem Elektrolyten möglicherweise erst nach dem Lösen der Fixierung erreichbar. Daher wird durch diese Ausführung eine noch bessere Verteilung des Elektrolyten in dem Stapel gewährleistet.

10 In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird die Vielzahl von Blättern in dem gebogenen Stapel relativ zueinander im Bereich zweier gegenüberliegender Kanten des Stapels fixiert, vorzugsweise an den beiden Längsseiten oder an den beiden Schmalseiten des Stapels. Auf diese Weise lässt sich der Stapel nach bzw. vor der Fixierung leicht in einer Richtung biegen,  
15 welche senkrecht zu der Richtung der Fixierung verläuft. Somit werden alle Schritte des Verfahrens in einer Richtung parallel zu einer Seitenkante des Stapels ausgeführt, was sich mechanisch besonders leicht realisieren lässt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung wird die Vielzahl von  
20 Blättern in dem gebogenen Stapel relativ zueinander im Bereich einer Kante des Stapels und im Bereich wenigstens einer nicht auf dieser Kante liegenden Ecke des Stapels fixiert. Das Fixieren des Stapels an einer Ecke kann dann vorteilhaft sein, wenn keine zwei gegenüberliegenden Seiten des Stapels zum Fixieren zur Verfügung stehen, beispielsweise weil an einer dieser Seiten der Elektrolyt  
25 eingefüllt werden soll und das andere Paar von gegenüberliegenden Seiten des Stapels aufgrund der Platzverhältnisse während der Fertigung für das Fixieren nicht zugänglich ist. In dieser Ausführung ist es jedoch auch möglich, den Elektrolyten von verschiedenen Seiten aus, beispielsweise von einer Längsseite und von einer oder zwei Schmalseiten aus einzufüllen, wodurch eine noch  
30 bessere Erreichbarkeit der gesamten Oberflächen der Blätter in dem Stapel gewährleistet wird.

Das Fixieren einer Vielzahl von Blättern in dem Stapel relativ zueinander erfolgt vorzugsweise durch Klemmen der Vielzahl von Blättern mit Hilfe von Klemmelementen.

- 5 Klemmen bedeutet hier das Aufbringen eines äußeren Drucks auf den Stapel von beiden Seiten an den gewünschten Stellen, wobei der Druck so groß bemessen ist, dass die Blätter an diesen Stellen sich im Wesentlichen nicht mehr gegeneinander bewegen können, aber auch nicht deformiert oder beschädigt werden. Dafür geeignete Klemmelemente sind etwa Klemmschienen  
10 oder punktförmige Klemmen, die beispielsweise durch Federdruck angepresst werden.

Das Fixieren kann jedoch alternativ auch durch das Anlegen der Vielzahl von Blättern in dem gebogenen Stapel an ein Anschlagelement, beispielsweise ein  
15 Anschlagprofil, erfolgen. Das Anschlagelement ist dabei so gestaltet, dass die Blätter beim Zurückführen des Stapels am vollständigen Zurückkehren in ihre Ausgangsposition gehindert werden, da sie mit wenigstens einer Seitenkante an das Anschlagelement anstoßen. Das Anschlagelement hat dabei vorzugsweise die Form eines V-förmigen Profils.

20 In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung befindet sich der Stapel während sämtlicher oder nahezu sämtliche Schritte des Verfahrens ganz oder teilweise in einer Umhüllung. Dies dient dazu, dass der Elektrolyt nach dem Inkontaktbringen mit dem Stapel nicht wieder aus dem Stapel herausläuft und  
25 macht somit temporäre Abdichtungsmaßnahmen überflüssig. Der Ablauf des Verfahrens wird auf diese Weise erheblich vereinfacht. Diese Ausführung setzt natürlich voraus, dass die Umhüllung hinreichend flexibel ist, um die einzelnen Verfahrensschritte, insbesondere das Biegen des Stapels und das Fixieren der Blätter, zu ermöglichen.

30 Es ist besonders bevorzugt, dass es sich bei der Umhüllung um die Außenhülle der elektrochemischen Energiespeicherzelle handelt. Solche

Energiespeicherezellen mit einer flexiblen Außenhülle, so genannte Pouch- oder Coffeebag-Zellen, sind bekannt und weit verbreitet. Durch die Verwendung der Außenhülle der Energiespeicherezelle als Umhüllung im Sinne der genannten bevorzugten Ausführung lässt sich das Verfahren noch weiter vereinfachen, da  
5 der Stapel bereits vor der Ausführung des Verfahrens in seine endgültige Außenhülle eingebracht wird sowie während und nach der Ausführung des Verfahrens in dieser Außenhülle verbleibt.

Alternativ kann es sich bei der Umhüllung auch um eine zusätzliche, flexible  
10 Hülle, beispielsweise in Form eines dünnen, elastischen Folienbeutels, handeln, welche später in der fertigen Energiespeicherezelle innerhalb der (möglicherweise unflexiblen) Außenhülle eine zusätzliche Schicht um den Stapel herum bildet.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren wird nun anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die, teilweise schematisierten, Figuren 1 bis 4 beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1: die Verfahrensschritte in einem ersten Ausführungsbeispiel, wobei der  
20 Stapel nach dem Biegen an zwei gegenüberliegenden Seiten fixiert wird;

Fig. 2: die Verfahrensschritte in einem zweiten Ausführungsbeispiel, wobei der Stapel vor dem Biegen an einer ersten Seite und nach dem Biegen an einer der ersten Seite gegenüberliegenden Seite fixiert wird;

25

Fig. 3: die Verfahrensschritte in einem dritten Ausführungsbeispiel, wobei der Stapel an einer Seite und an zwei Ecken fixiert wird.

Fig. 4: eine Abwandlung des ersten Ausführungsbeispiels, wobei zwei  
30 gegenüberliegende Seitenkanten des Stapels durch zwei Anschlagprofile fixiert werden.

In Fig. 1a) ist ein aus sechs Elektroden- bzw. Separatorblättern 2 bestehender Stapel 1 im Querschnitt schematisiert dargestellt, wobei die Spalte zwischen den einzelnen Blättern 2 lediglich der besseren Erkennbarkeit der Blätter 2 dienen, während die Blätter 2 in Wirklichkeit dicht aufeinanderliegen.

5

In Fig. 1b) wird der Stapel 1 an zwei Stellen nahe zweier gegenüberliegender Seitenkanten durch zwei Kantenklappen 3 lose geklemmt, so dass sich die Blätter an beiden Klemmstellen noch relativ zueinander bewegen können. Die Kantenklappen 3 werden in der Zeichnung jeweils angedeutet durch zwei schwarze Quadrate (Klemmschienen), welche durch eine gestrichelte Linie verbunden sind. Die Klemmung soll jeweils über die gesamte Seitenkante des Stapels 1 erfolgen.

Der optionale Schritt des Fixierens von Blättern 2 vor dem Biegen des Stapels 1 (Schritt S1.1) wird in diesem Ausführungsbeispiel nicht durchgeführt.

15

In Fig. 1c) wird der Stapel 1 in einer Biegerichtung 5 annähernd entlang einer Kreisbahn gebogen (Schritt S1.2). Die Blätter 2 verschieben sich dabei zwischen den Kantenklappen 3 relativ zueinander.

20

In Fig. 1d) wird die Klemmung des Stapels 1 an den beiden Kantenklappen 3 jeweils durch Verspannen der beiden Klemmschienen miteinander, angedeutet jeweils durch zwei nach innen gerichtete Pfeile, fixiert (Schritt S1.3). Die Blätter 2 können sich nun zwischen den fixierten Kantenklappen 3 nicht mehr relativ zueinander bewegen. Nach dieser Fixierung wird der Stapel durch Wegnehmen der Biegekräfte wieder – soweit möglich – in der Richtung 7 in seine Ausgangslage zurückgeführt (Schritt S1.4). Zwischen den Blättern 2 bilden sich dabei die gewünschten Zwischenräume, welche von innen nach außen (vom Mittelpunkt des Biegeradius aus gesehen) in ihrer Breite abnehmen. Durch die Biegesteifigkeit der Elektroden- und Separatorblätter 2 behalten die Blätter 2 und damit auch die Zwischenräume zwischen den Blättern in dieser Stellung des Stapels 1 ihre Form, solange die Kantenklappen 3 nicht gelöst werden.

25

30

In Fig. 1e) wird nun der Elektrolyt 4 (in der Zeichnung schraffiert dargestellt) in Richtung 10 von oben in die Zwischenräume zwischen den Blättern 2 im Stapel 1 eingefüllt (Schritt S2). Aufgrund der Zwischenräume kann er sich dort,  
5 möglicherweise abgesehen von den Bereichen der fixierten Kantenklappen 3, problemlos verteilen.

In Fig. 1f) wird die Fixierung des Stapels durch die Kantenklappen 3, gegebenenfalls nach einer kurzen Einwirkzeit, wieder gelöst. Dadurch nimmt der  
10 Stapel endgültig wieder seine ursprüngliche Form aus ebenen, parallelen Blättern 2 ein, und die gebildeten Zwischenräume werden entfernt (Schritt S3). Der Elektrolyt 4 kann sich spätestens nun auch zwischen den Blättern 2 im Bereich der Kantenklappen 3 verteilen.

15 Das Biegen des Stapels 1, das Fixieren und Lösen der Kantenklappen 3 sowie das Zurückführen des Stapels 1 erfolgt durch eine geeignete Mechanik (nicht dargestellt) und kann im Fertigungsablauf voll automatisiert werden.

20 Das in Fig. 2 dargestellte Verfahren unterscheidet sich von dem in Fig. 1 dargestellten insofern, als der Stapel 1 bereits vor dem Biegen durch eine Kantenklappe 3 am linken Rand des Stapels 2 fixiert wird (Schritt S1.1), während der Stapel 1 am rechten Rand durch die Kantenklappe 3 vor dem Biegen nur lose geklemmt wird (siehe Fig. 2b).

25

In Fig. 2c) wird der Stapel 1 in der Biegerichtung 5 gebogen, wobei die Fixierung mittels der Kantenklappe 3 erhalten bleibt (Schritt S1.2). In der dargestellten Ausführung bleibt weiterhin auch die fixierte Kantenklappe 3 während des Biegens ortsfest; jedoch kann auch diese Seite des Stapels – wie in Fig. 1c) –  
30 beim Biegen des Stapels 1 bewegt werden. Im Bereich der Kantenklappe 3 am rechten Rand des Stapels 1 können sich die Blätter 2 jedoch während der Biegung weiterhin relativ zueinander bewegen.

In Fig. 2d) wird im gebogenen Zustand des Stapels 1 auch die Kantenklemme 3 am rechten Rand des Stapels 1 fixiert (Schritt S1.3). Dann wird der Stapel 1 auf der rechten Seite entlang der Richtung 7 wieder nahezu in seine Ausgangslage zurückgeführt (Schritt S1.4).

In den Figuren 2e) und 2f) ist analog zu den Fig. 1e) und 1f) das Einfüllen des Elektrolyten 4 (Schritt S2) und das Entspannen des mit Elektrolyt 4 befüllten Stapels 1 in seine Ausgangslage und damit das Entfernen der Zwischenräume dargestellt (Schritt S3).

Fig. 3a) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Stapels 1, welcher bereits an der unteren Längsseite durch eine Klemmschiene 8 fixiert ist (entspricht Schritt S1.1). An dieser Längsseite des Stapels 1 befinden sich nämlich die Ableiterfahnen der Elektrodenblätter 2 (nicht dargestellt), welche bereits zu einem Paket verbunden sind und in diesem Fertigungsschritt nicht mehr gelöst werden können. Zwar könnte in diesem Fall das in Fig. 2 dargestellte Verfahren analog angewendet werden, wobei der Stapel 1 an den Längsseiten geklemmt wird und der Elektrolyt 4 an einer Schmalseite eingefüllt wird. Aufgrund der geringen Länge der Schmalseiten des Stapels 1 im Verhältnis zur Länge der Längsseiten kann dies jedoch ungünstig sein, da der Elektrolyt 4 dann einen relativ weiten Weg entlang der Längsseite des Stapels 1 bis zum tiefsten Punkt des Stapels 1 zurücklegen müsste.

Es wird daher in diesem Fall das folgende abgewandelte Verfahren eingesetzt:

Wie in Fig. 3b) gezeigt, wird der Stapel 1 im Bereich der beiden der Klemmschiene 8 gegenüberliegenden Ecken im Wesentlichen punktförmig durch die Punktklemmen 9 zunächst lose geklemmt.

In Fig. 3c) wird der Stapel 1 dann an diesen beiden Ecken entlang zweier Biegerichtungen 5 und 6 diagonal nach vorne gebogen (Schritt S1.2).

Daraufhin werden in Fig. 3d) die Punktklemmen 9 fixiert (Schritt S1.3), was wiederum durch jeweils zwei nach innen gerichtete Pfeile dargestellt ist, und der Stapel in einer Richtung 7 wieder – soweit möglich – in seine Ausgangslage zurückgeführt (Schritt S1.4). Hierbei ergibt sich eine Auffächerung der Blätter 2 sowohl an der oberen Längsseite als auch an den beiden Schmalseiten, wobei die Breite eines Zwischenraumes zwischen zwei Blättern 2 im Stapel 1 von oben nach unten hin (in Richtung der Klemmschiene 8) abnimmt.

10 Auch hier wird, wie in Fig. 3e) dargestellt, der Elektrolyt 5 in einer Einfüllrichtung 10 von oben in den Stapel 1 eingefüllt (Schritt S2) und kann sich nach unten hin verteilen, bevor der Stapel 1 in Fig. 3f) durch das Lösen der fixierten Punktklemmen 9 wieder endgültig seine Ausgangsform einnimmt und die Zwischenräume entfernt werden (Schritt S3).

15

Fig. 4 zeigt eine Abwandlung des in Fig. 1 dargestellten Verfahrens, wobei die Teilfiguren 4a), 4b) und 4c) den Schritten aus den Teilfiguren 1b), 1c) und 1d) entsprechen.

20 In Fig. 4 werden die Blätter 2 im Stapel 1 nicht geklemmt, sondern an zwei gegenüberliegenden Seiten an zwei Anschlagprofile 11 angelegt, welche jeweils im Querschnitt einen spitzen Winkel bilden (siehe Fig. 4a).

In Fig. 4b) wird der Stapel 1 in einer Biegerichtung 5 gebogen, wobei die seitlichen Kanten der Blätter 2 sich gegeneinander verschieben und jeweils ins Innere der Anschlagprofile 11 hineinrutschen (Schritt S1.2).

Fig. 4c) wird der Stapel 1 in Richtung 7 zurückgeführt (Schritt S1.4), wobei die seitlichen Kanten der Blätter 2 durch die Anschlagprofile 11 in ihrer gegeneinander verschobenen Stellung festgehalten werden (Schritt S1.3) und sich durch diese Verschiebung wieder die gewünschten Zwischenräume zwischen den einzelnen Blättern 2 ergeben. Um das Festhalten der Blätter 2 an

30

den Innenseiten der Anschlagprofile 11 mechanisch zu unterstützen und um das Abrutschen der Blätter 2 an den Innenseiten der Anschlagprofile 11 zu verhindern, können die Innenseiten der Anschlagprofile 11 auch mit einer rauen, griffigen oder schuppigen Oberfläche versehen sein.

5

Dadurch ist es möglich, die Blätter 2 auf mechanisch sehr einfache Art und Weise und ohne die Gefahr der Beschädigung der Blätter 2 durch Klemmungen relativ zueinander zu fixieren.

## Bezugszeichenliste

5	1	Stapel
	2	Blatt
	3	Kantenklemme
	4	Elektrolyt
	5, 6	Biegerichtungen
10	6	Zurückführriichtung
	8	Klemmschiene
	9	Punktklemme
	10	Einfüllriichtung für Elektrolyten
	11	Anschlagprofil

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle, welche einen Stapel (1) von Blättern (2), insbesondere Elektroden- und/oder Separatorblättern (2), sowie einen flüssigen Elektrolyten (4) aufweist,
- 5
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- das Verfahren wenigstens folgende Schritte aufweist, welche auch mehrfach und/oder in anderer als der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden können:
- 10
- Erzeugen von Zwischenräumen zwischen einer Vielzahl von in dem Stapel (1) benachbarten Blättern (2) (Schritt S1),
  - Inkontaktbringen des Stapels (1) mit dem Elektrolyten (4) (Schritt S2),
  - Entfernen der in Schritt S1 erzeugten Zwischenräume zwischen der
- 15
- Vielzahl der in dem Stapel (1) benachbarten Blätter (2) (Schritt S3).
2. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach Anspruch 1,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- der Schritt S1 des Erzeugens von Zwischenräumen zwischen einer
- 20
- Vielzahl von in dem Stapel (1) benachbarten Blättern (2) wenigstens die folgenden Teilschritte in dieser Reihenfolge aufweist, wobei Schritt S1.1 optional ist:
- Fixieren einer Vielzahl von Blättern (2) in dem Stapel (1) relativ zueinander an wenigstens einem Punkt (Schritt S1.1),
- 25
- Biegen des Stapels (1), wobei die Blätter (2) in dem Stapel (1) wenigstens teilweise gegeneinander beweglich sind (Schritt S1.2),
  - Fixieren einer Vielzahl von Blättern (2) in dem gebogenen Stapel (1) relativ zueinander, so dass die Vielzahl von Blättern (2) an wenigstens zwei Punkten jeweils relativ zueinander fixiert sind (Schritt S1.3),

- Zurückführen des gebogenen Stapels (1) unter Beibehaltung der Fixierungen aus Schritt S1.1 und/oder S1.3 in eine Form, die annähernd der Ausgangsform des Stapels (1) entspricht (Schritt S1.4).
- 5 3. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Inkontaktbringen des Stapels (1) mit dem Elektrolyten (4) in Schritt S2 durch Einfüllen oder Einspritzen des Elektrolyten (4) in den Stapel (1),  
10 durch Eintauchen des Stapels (1) in den Elektrolyten (4) und/oder durch Fluten des Stapels (1) mit dem Elektrolyten (4) erfolgt.
4. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
15 während des Inkontaktbringens und/oder nach dem Inkontaktbringen des Stapels (1) mit dem Elektrolyten (4) in Schritt S2 der Stapel (1) geschleudert wird.
5. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
20 nach dem Entfernen der in Schritt S1 erzeugten Zwischenräume zwischen der Vielzahl der in dem Stapel (1) benachbarten Blätter (2) (Schritt S3) von außen eine Kraft, vorzugsweise in Form einer Press-, Streich- oder Rollbewegung, auf den Stapel (1) ausgeübt wird.
- 25 6. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Entfernen der in Schritt S1 erzeugten Zwischenräume zwischen der

Vielzahl der in dem Stapel (1) benachbarten Blätter (2) in Schritt S3 durch das Lösen der in Schritt S1.1 und/oder in Schritt S1.3 vorgenommenen Fixierungen erfolgt.

7. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach Anspruch 2 oder 6,  
5 **dadurch gekennzeichnet, dass**  
wenigstens zwei Folgen von Schritten aus Fixieren einer Vielzahl von Blättern (2) (Schritte S1.1 und/oder S1.3), Biegen des Stapels (1) (Schritt S1.2) und Zurückführen des gebogenen Stapels (1) (Schritt S1.4)  
10 nacheinander ausgeführt werden, wobei der Stapel (1) in Schritt S1.2 jeweils in entgegengesetzte Richtungen (5, 6) gebogen wird.
8. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach Anspruch 2, 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
15 wenigstens zwei Folgen von Schritten aus Fixieren einer Vielzahl von Blättern (2) (Schritte S1.1 und/oder S1.3), Biegen des Stapels (1) (Schritt S1.2) und Zurückführen des gebogenen Stapels (1) (Schritt S1.4) nacheinander ausgeführt werden, wobei das Fixieren einer Vielzahl von Blättern (2) in den Schritten S1.1 und/oder S1.3 zumindest teilweise an  
20 verschiedenen Stellen des Stapels (1) erfolgt.
9. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach einem der Ansprüche 2, 6, 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
25 die Vielzahl von Blättern (2) in dem gebogenen Stapel (1) in Schritt S1.1 und/oder S1.3 relativ zueinander im Bereich zweier gegenüberliegender Kanten des Stapels (1) fixiert wird.
10. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach einem der Ansprüche 2, 6, 7, 8 oder 9,

- 5
- dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Vielzahl von Blättern (2) in dem gebogenen Stapel (1) in Schritt S1.1 und/oder S1.3 relativ zueinander im Bereich einer Kante des Stapels (1) und im Bereich wenigstens einer nicht auf dieser Kante liegenden Ecke des Stapels (1) fixiert wird.
11. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach einem der Ansprüche 2, 6, 7, 8, 9 oder 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
10 das Fixieren einer Vielzahl von Blättern (2) in dem Stapel (1) in Schritt S1.1 und/oder S1.3 relativ zueinander durch Klemmen der Vielzahl von Blättern mit Hilfe von Klemmelementen (3, 8, 9) und/oder durch Anlegen der Vielzahl von Blättern (2) an ein Anschlagelement (11) erfolgt.
12. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
15 **dadurch gekennzeichnet, dass**  
sich der Stapel (1) während sämtlicher oder nahezu sämtlicher Schritte des Verfahrens ganz oder teilweise in einer Umhüllung befindet.
13. Verfahren zur Herstellung einer elektrochemischen Energiespeicherzelle nach Anspruch 12,  
20 **dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Umhüllung die Außenhülle der elektrochemischen Energiespeicherzelle bildet.
14. Elektrochemische Energiespeicherzelle, hergestellt in einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.  
25

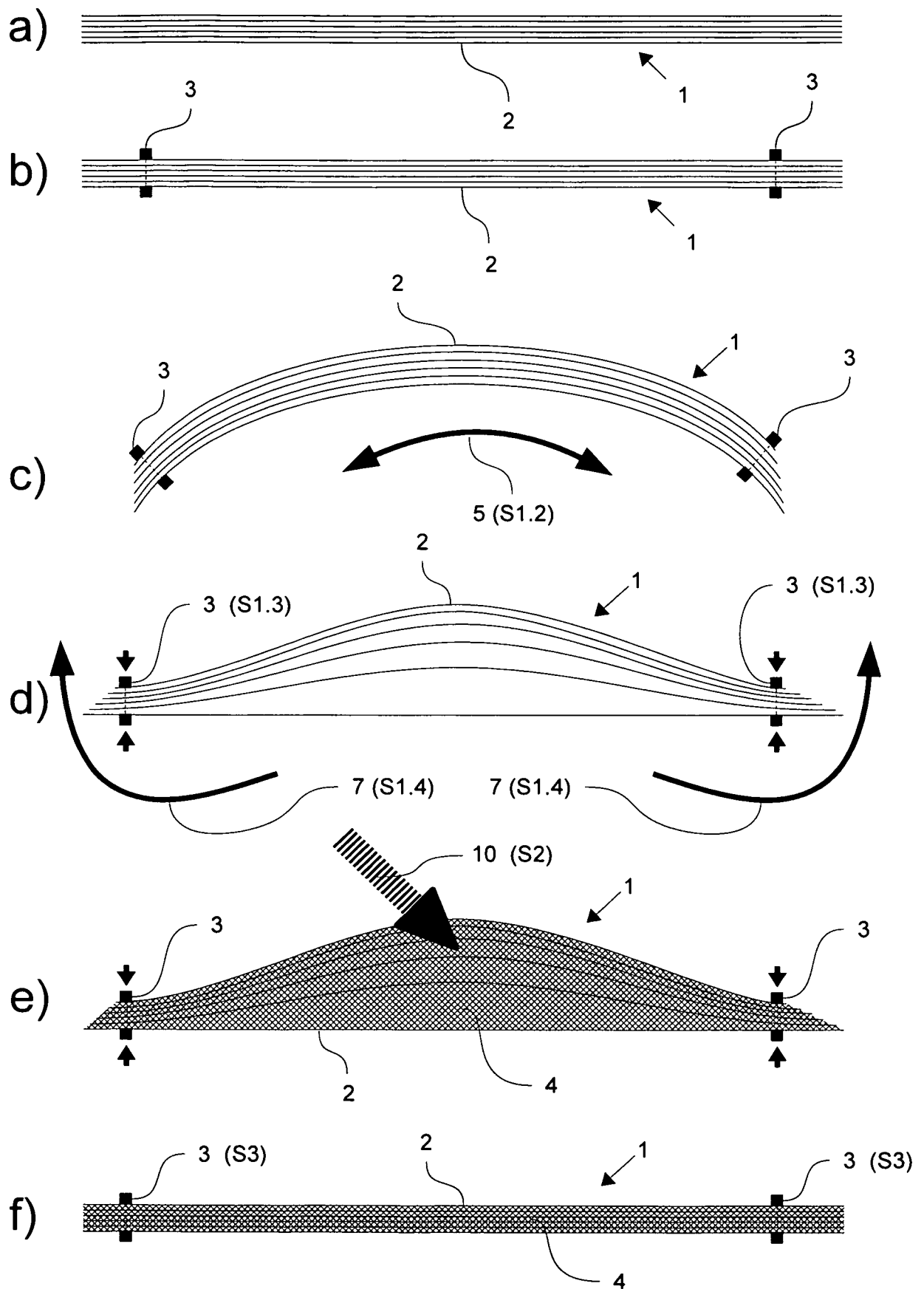


Fig. 1

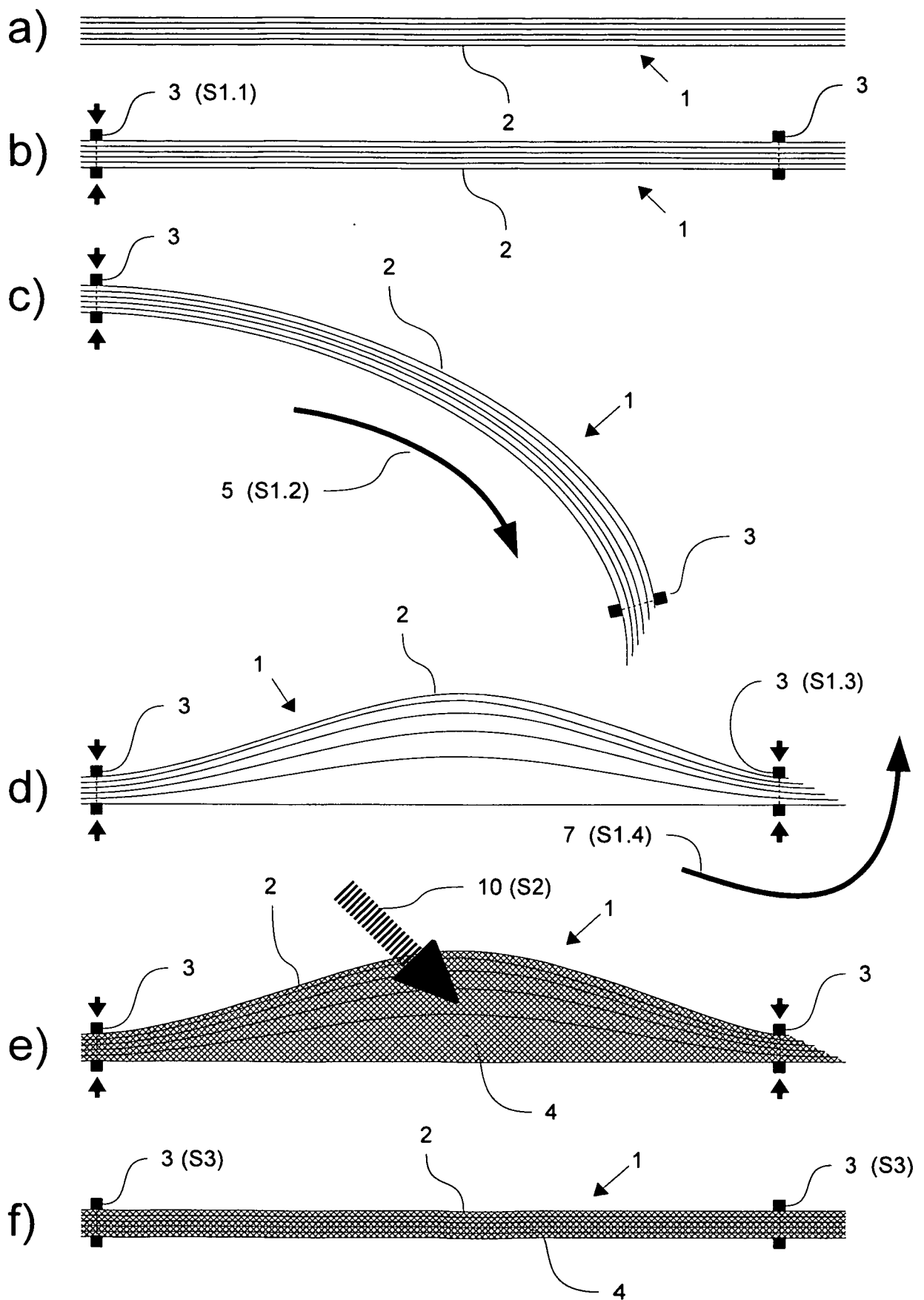


Fig. 2

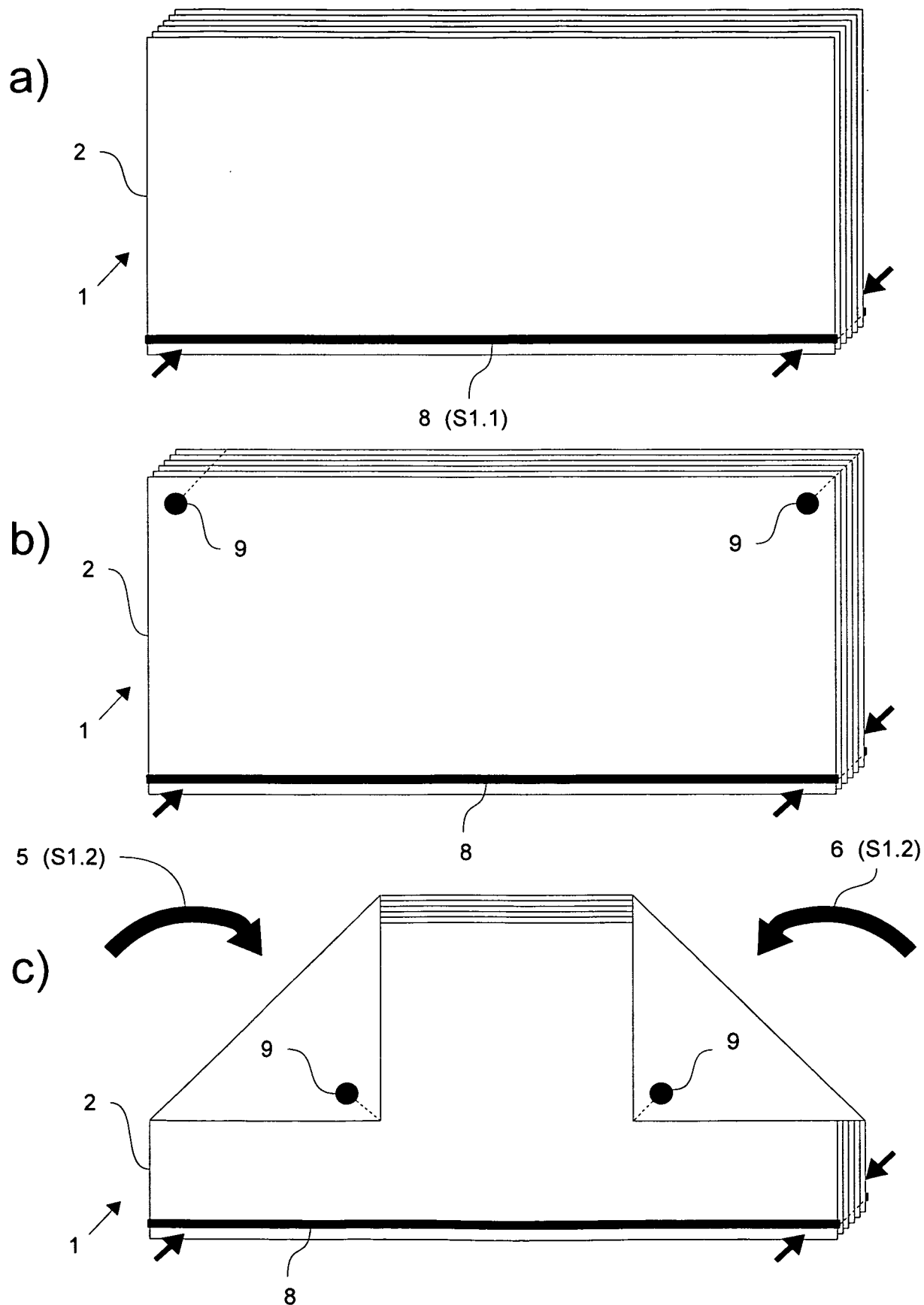


Fig. 3 a) - c)

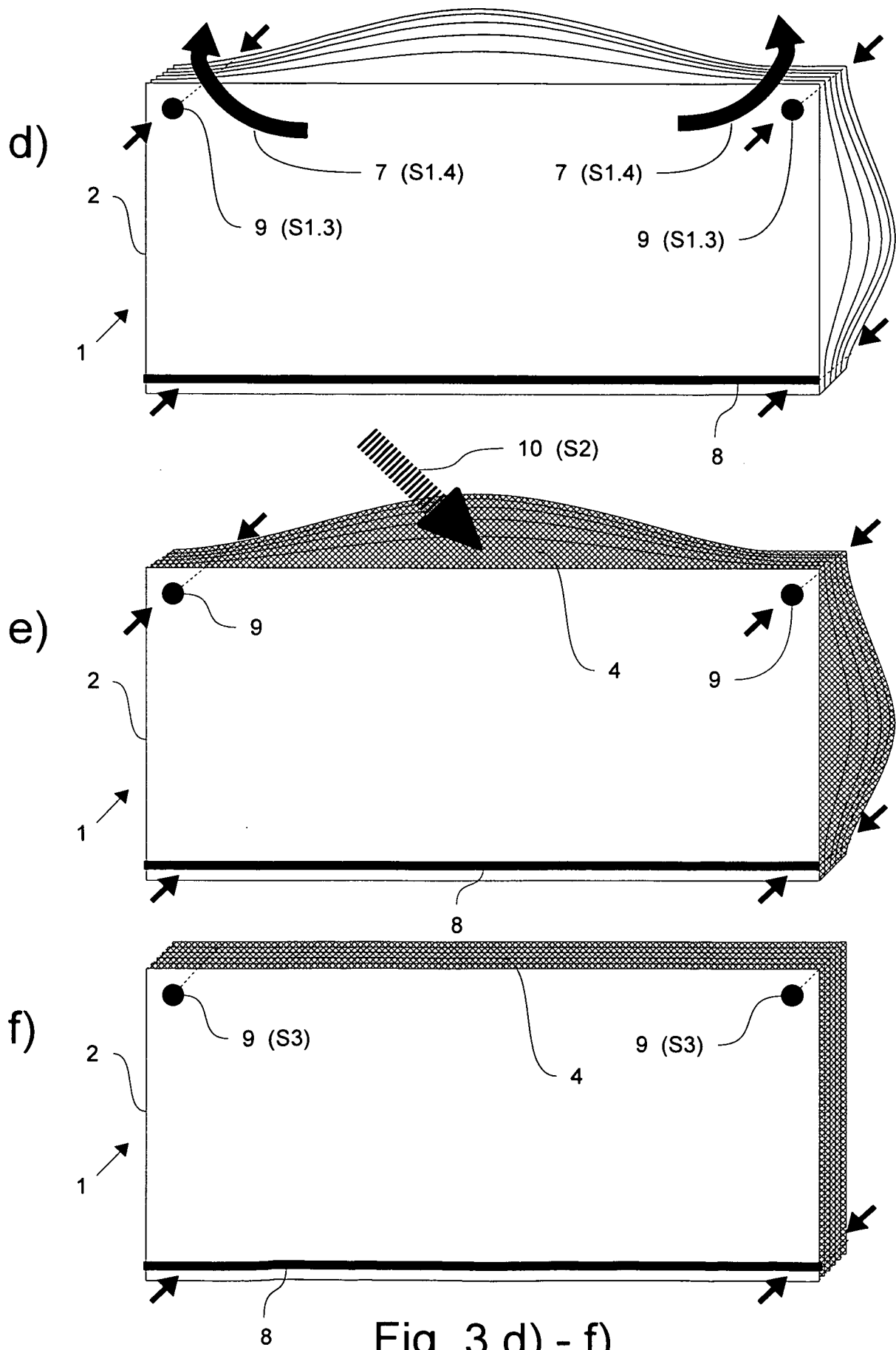


Fig. 3 d) - f)

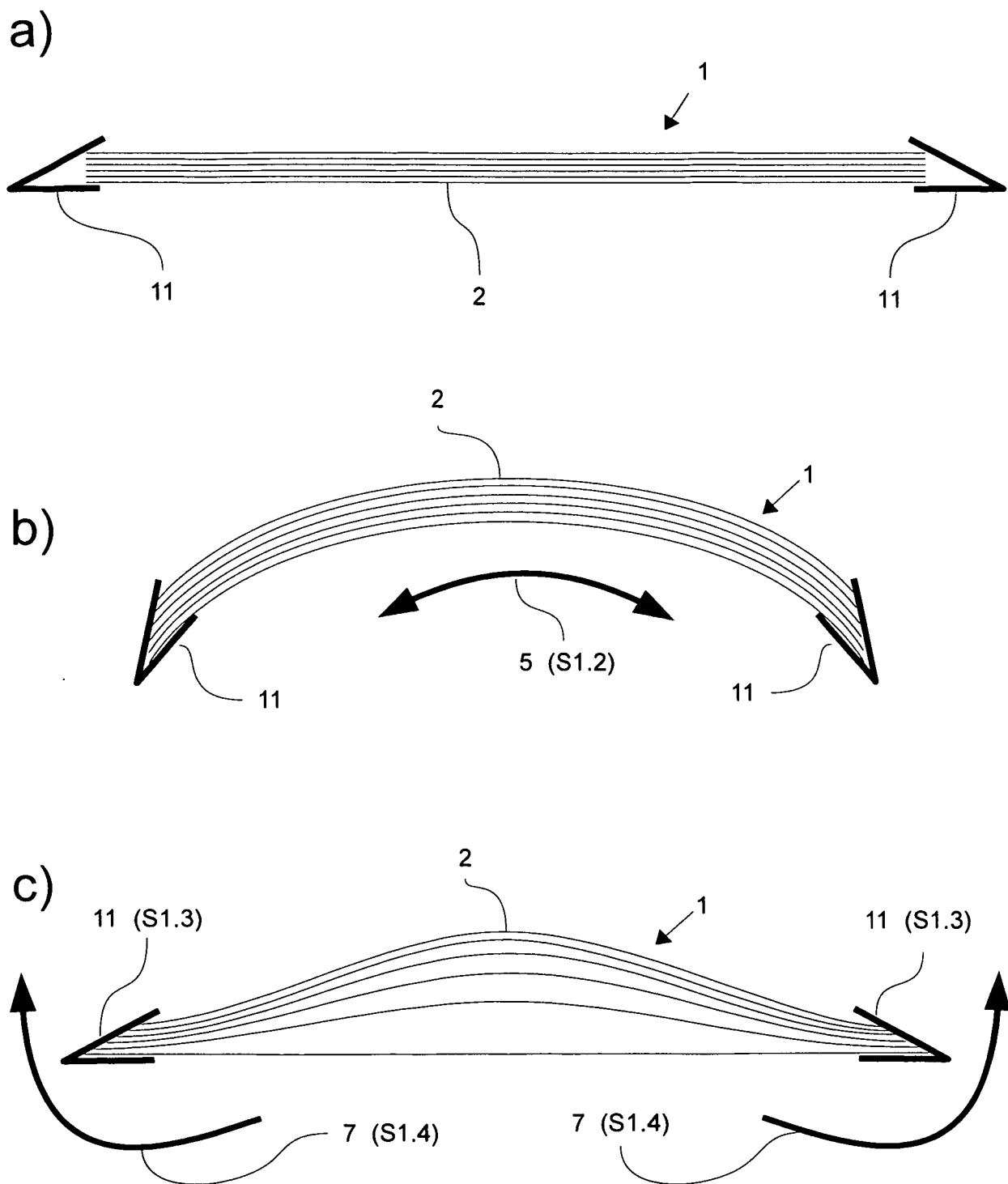


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2011/005938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01M10/04  
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 practical, search terms used)  
EPO-Internal, PAJ, 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	EP 1 734 599 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 20 December 2006 (2006-12-20) paragraph [0018] - paragraph [0020] paragraph [0023] - paragraph [0032]; claims 1-7; figure 1	1
X	US 2006/254705 A1 (MACHACEK PAUL [US] ET AL) 16 November 2006 (2006-11-16) paragraph [0032] - paragraph [0036]; claims 1-21; figure 6	1
X	US 2009/239130 A1 (CULVER DUNCAN [US] ET AL) 24 September 2009 (2009-09-24) paragraph [0034] - paragraph [0039]; figures 1-20	1
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search <b>14 February 2012</b>	Date of mailing of the international search report <b>24/02/2012</b>
--	---

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 <b>Wiedemann, Eric</b>
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2011/005938

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009 245819 A (SANYO ELECTRIC CO) 22 October 2009 (2009-10-22) the whole document	1
A	----- US 2009/197160 A1 (FUJIWARA MASAYUKI [JP] ET AL) 6 August 2009 (2009-08-06) the whole document -----	1-14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/005938

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1734599	A2	20-12-2006	CN 1881658 A	20-12-2006
			EP 1734599 A2	20-12-2006
			JP 2006351376 A	28-12-2006
			US 2006286453 A1	21-12-2006
			US 2010154205 A1	24-06-2010
-----				
US 2006254705	A1	16-11-2006	US 2006254705 A1	16-11-2006
			US 2010218368 A1	02-09-2010
-----				
US 2009239130	A1	24-09-2009	CN 101999184 A	30-03-2011
			EP 2260524 A1	15-12-2010
			US 2009239130 A1	24-09-2009
			WO 2009120294 A1	01-10-2009
-----				
JP 2009245819	A	22-10-2009	NONE	
-----				
US 2009197160	A1	06-08-2009	NONE	
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M10/04 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, PAJ, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 734 599 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 20. Dezember 2006 (2006-12-20) Absatz [0018] - Absatz [0020] Absatz [0023] - Absatz [0032]; Ansprüche 1-7; Abbildung 1	1
X	----- US 2006/254705 A1 (MACHACEK PAUL [US] ET AL) 16. November 2006 (2006-11-16) Absatz [0032] - Absatz [0036]; Ansprüche 1-21; Abbildung 6	1
X	----- US 2009/239130 A1 (CULVER DUNCAN [US] ET AL) 24. September 2009 (2009-09-24) Absatz [0034] - Absatz [0039]; Abbildungen 1-20  ----- -/--	1
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
14. Februar 2012	24/02/2012	
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  Wiedemann, Eric	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2009 245819 A (SANYO ELECTRIC CO) 22. Oktober 2009 (2009-10-22) das ganze Dokument	1
A	----- US 2009/197160 A1 (FUJIWARA MASAYUKI [JP] ET AL) 6. August 2009 (2009-08-06) das ganze Dokument -----	1-14

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/005938

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 1734599	A2	20-12-2006	CN 1881658 A	20-12-2006
			EP 1734599 A2	20-12-2006
			JP 2006351376 A	28-12-2006
			US 2006286453 A1	21-12-2006
			US 2010154205 A1	24-06-2010
-----				
US 2006254705	A1	16-11-2006	US 2006254705 A1	16-11-2006
			US 2010218368 A1	02-09-2010
-----				
US 2009239130	A1	24-09-2009	CN 101999184 A	30-03-2011
			EP 2260524 A1	15-12-2010
			US 2009239130 A1	24-09-2009
			WO 2009120294 A1	01-10-2009
-----				
JP 2009245819	A	22-10-2009	KEINE	
-----				
US 2009197160	A1	06-08-2009	KEINE	
-----				