



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 201 357.3**
(22) Anmeldetag: **09.02.2022**
(43) Offenlegungstag: **10.08.2023**

(51) Int Cl.: **H01M 50/46 (2021.01)**
H01M 10/04 (2006.01)
H01M 4/02 (2006.01)
H01M 4/04 (2006.01)
H01M 10/0566 (2010.01)
H01M 10/0585 (2010.01)

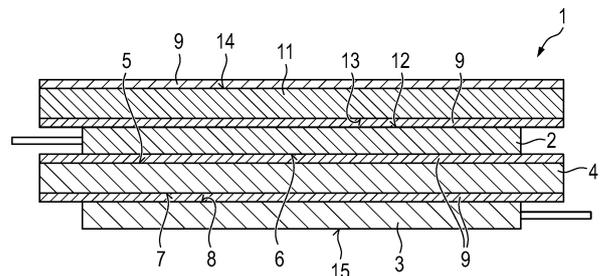
(71) Anmelder: VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT, 38440 Wolfsburg, DE	Marco, 38229 Salzgitter, DE; Becker, Adrian, 31167 Bockenem, DE; Böhm, Dennis, 38302 Wolfenbüttel, DE												
(72) Erfinder: Jansen, Tobias, 38106 Braunschweig, DE; Klemt, Christian, Dr., 38527 Meine, DE; Tornow, Alexander, Dr., 29369 Ummern, DE; Jordan,	(56) Ermittelter Stand der Technik: <table><tr><td>US</td><td>2005 / 0 260 490</td><td>A1</td></tr><tr><td>JP</td><td>2019- 117 700</td><td>A</td></tr><tr><td>JP</td><td>2004- 71 358</td><td>A</td></tr><tr><td>JP</td><td>2015- 144 079</td><td>A</td></tr></table>	US	2005 / 0 260 490	A1	JP	2019- 117 700	A	JP	2004- 71 358	A	JP	2015- 144 079	A
US	2005 / 0 260 490	A1											
JP	2019- 117 700	A											
JP	2004- 71 358	A											
JP	2015- 144 079	A											

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Elektroden-Separator-Verbund für einen elektrischen Energiespeicher, Verfahren zum Herstellen eines Elektroden-Separator-Verbunds, Verfahren zum Herstellen eines elektrischen Energiespeichers**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Elektroden-Separator-Verbund (1) für einen elektrischen Energiespeicher (18), mit zumindest einer Elektrode (2,3), und mit zumindest einem benachbart zu der Elektrode (2,3) angeordneten Separator (4,11), wobei die Elektrode (2,3) und der Separator (4,11) durch einen Haftwerkstoff (9) aneinander befestigt sind. Es ist vorgesehen, dass der Haftwerkstoff (9) Ethylencarbonat aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Elektroden-Separator-Verbund für einen elektrischen Energiespeicher, mit zumindest einer Elektrode, und mit zumindest einem benachbart zu der Elektrode angeordneten Separator, wobei die Elektrode und der Separator durch einen Haftwerkstoff aneinander befestigt sind.

[0002] Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Elektroden-Separator-Verbunds, wobei zumindest eine Elektrode und zumindest ein Separator bereitgestellt werden, wobei die Elektrode benachbart zu dem Separator angeordnet wird, und wobei die Elektrode und der Separator durch einen Haftwerkstoff aneinander befestigt werden.

[0003] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines elektrischen Energiespeichers, wobei zumindest eine Elektrode und zumindest ein Separator bereitgestellt werden, wobei die Elektrode benachbart zu dem Separator angeordnet wird, wobei die Elektrode und der Separator zur Herstellung eines Elektroden-Separator-Verbunds durch einen Haftwerkstoff aneinander befestigt werden, wobei ein Gehäuse für den Energiespeicher bereitgestellt wird, wobei der Elektroden-Separator-Verbund in dem Gehäuse angeordnet wird, und wobei ein insbesondere flüssiger Elektrolyt zur Herstellung des Energiespeichers in das Gehäuse eingefüllt wird.

[0004] Elektrische Energiespeicher gelten heutzutage insbesondere in der Elektromobilität als Schlüsseltechnologie. Ziel aktueller Entwicklungen ist es, elektrische Energiespeicher beispielsweise hinsichtlich der Herstellungskosten, des Gewichts, der Energiedichte, der Lebensdauer und der Ladegeschwindigkeit zu optimieren.

[0005] Ein elektrischer Energiespeicher weist als Elektroden typischerweise zumindest eine Kathode und zumindest eine Anode auf, wobei zwischen der Kathode und der Anode ein Separator angeordnet ist. Bei der Herstellung beziehungsweise beim Zusammenbau eines elektrischen Energiespeichers wird oftmals zunächst ein Elektroden-Separator-Verbund bereitgestellt, der zumindest eine Elektrode und zumindest einen Separator aufweist. In dem Elektroden-Separator-Verbund ist die Elektrode benachbart zu dem Separator angeordnet und durch einen Haftwerkstoff an dem Separator befestigt. Dadurch wird die gemeinsame Handhabung der den Elektroden-Separator-Verbund bildenden Elemente vereinfacht. Insbesondere wird beim Einbau des Elektroden-Separator-Verbundes in ein Gehäuse des Energiespeichers ein Verrutschen der Elektrode relativ zu dem Separator vermieden. Ist

der Elektroden-Separator-Verbund in das Gehäuse des Energiespeichers eingebaut, so ergibt sich bei vorbekannten Elektroden-Separator-Verbunden jedoch der Nachteil, dass der verwendete Haftwerkstoff eine Benetzung des Separators und der Elektrode durch einen Elektrolyt des Energiespeichers behindert.

[0006] Die Offenlegungsschrift DE 10 2015 015 400 A1 offenbart einen elektrischen Energiespeicher, dessen Elektrolyt als Additiv Ethylencarbonat aufweist. Der Einsatz von Ethylencarbonat als Additiv in einem Elektrolyt ist weiterhin auch aus der Offenlegungsschrift WO 2005 104 269 A1 bekannt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Elektroden-Separator-Verbund der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass durch Einbau des Elektroden-Separator-Verbundes in einen elektrischen Energiespeicher ein Energiespeicher mit einer gesteigerten ionischen Leitfähigkeit erhalten wird.

[0008] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch einen Elektroden-Separator-Verbund mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dieser hat den Vorteil, dass der verwendete Haftwerkstoff nach dem Einbau in das Gehäuse des Energiespeichers durch den Elektrolyt des Energiespeichers gelöst wird. Entsprechend wird die Benetzung durch den Haftwerkstoff dann nicht mehr behindert. Insbesondere daraus ergibt sich die Steigerung der ionischen Leitfähigkeit. Erfindungsgemäß ist hierzu vorgesehen, dass der Haftwerkstoff Ethylencarbonat aufweist. Ethylencarbonat, das auch als 1,3-Dioxolan-2-on bezeichnet wird, ist in typischerweise verwendeten Elektrolyten löslich. Aufgrund seiner Schmelztemperatur von etwa 35 °C bis 39 °C ist eine Befestigung der Elektrode an dem Separator durch Ethylencarbonat zudem technisch einfach realisierbar. So kann Ethylencarbonat nach geringfügiger Erwärmung einfach verformt und verarbeitet werden, um das Ethylencarbonat in Berührung mit dem Separator einerseits und der Elektrode andererseits zu bringen. Ist das Ethylencarbonat unter seine Schmelztemperatur abgekühlt, so stellt das dann feste Ethylencarbonat eine mechanisch ausreichend robuste Befestigung der Elektrode an dem Separator bereit. Erfindungsgemäß weist der Haftwerkstoff Ethylencarbonat auf. Dies schließt das Vorhandensein weiterer Substanzen in dem Haftwerkstoff nicht aus. Beispielsweise weist der Haftwerkstoff zusätzlich zu dem Ethylencarbonat zumindest ein polymeres Bindemittel auf, um die Haftwirkung des Haftwerkstoffs zu steigern. Aufgrund des Gehalts an Ethylencarbonat wird der Haftwerkstoff dennoch durch den Elektrolyt gelöst, sodass der Haftwerkstoff die Benetzung nicht behindert. Erfindungsgemäß weist der Elektroden-Separa-

tor-Verbund zumindest eine Elektrode und zumindest einen Separator auf. Der Elektroden-Separator-Verbund kann jedoch auch mehrere Elektroden und/oder mehrere Separatoren aufweisen, wie später noch beschrieben wird. Vorzugsweise ist der Elektroden-Separator-Verbund ein Elektroden-Separator-Verbund für eine Lithiumionenzelle. Der Elektroden-Separator-Verbund kann jedoch auch in anderen Arten von elektrischen Energiespeichern angewandt werden, beispielsweise in Eisenphosphatzellen, in Lithiumpolymerzellen, in Festkörperzellen oder in Natriumionenzellen.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Haftwerkstoff aus Ethylencarbonat besteht. Der Haftwerkstoff ist also frei von weiteren Substanzen wie beispielsweise dem zuvor erwähnten polymeren Bindemittel. Ethylencarbonat wird in elektrischen Energiespeichern, insbesondere in Lithiumionenzellen, oftmals ohnehin als Bestandteil des Elektrolyten verwendet. Die Verwendung eines aus Ethylencarbonat bestehenden Haftwerkstoffs bietet insofern den Vorteil, dass die Einbringung von elektrolytfremden Substanzen in den Energiespeicher vermieden wird.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Haftwerkstoff zwischen der Elektrode und dem Separator angeordnet ist und sowohl an der Elektrode als auch an dem Separator anhaftet. Dadurch wird eine mechanisch robuste Befestigung der Elektrode an dem Separator durch den Haftwerkstoff erreicht, wobei der Haftwerkstoff sowohl mit der Elektrode als auch mit dem Separator direkt in Berührung steht. Vorzugsweise haftet der Haftwerkstoff an einer Stirnfläche der Elektrode und an einer dieser Stirnfläche gegenüberliegenden Stirnfläche des Separators an.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Haftwerkstoff linienförmig, punktförmig, rahnenförmig und/oder flächig auf dem Separator angeordnet ist. Bei einer flächigen Anordnung des Haftwerkstoffs auf dem Separator wird eine mechanisch besonders robuste Befestigung des Separators an der Elektrode erreicht. Der Haftwerkstoff ist dann als Haftwerkstoffschicht auf dem Separator angeordnet. Bei einer linienförmigen, punktförmigen oder rahnenförmigen Anordnung des Haftwerkstoffs auf dem Separator ergibt sich der Vorteil, dass eine schnelle Auflösung des Haftwerkstoffs durch den Elektrolyt erreicht wird. Dadurch kann beim Zusammenbau des Energiespeichers die Fertigungszeit verringert werden. Insbesondere ist eine Kombination der zuvor erwähnten Anordnungsarten vorgesehen.

[0012] Beispielsweise ist der Haftwerkstoff rahnenförmig auf dem Separator angeordnet und in einem

durch den Haftwerkstoff eingerahmten Abschnitt des Separators zusätzlich punktförmig.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Elektroden-Separator-Verbund zumindest eine weitere Elektrode aufweist, die auf einer von der Elektrode abgewandten Seite des Separators angeordnet ist, und dass die weitere Elektrode und der Separator durch den Ethylencarbonat aufweisenden Haftwerkstoff aneinander befestigt sind. Weil sowohl die Elektrode als auch die weitere Elektrode durch den Haftwerkstoff an dem Separator befestigt sind, wird der mit dem Ethylencarbonat einhergehende Vorteil für beide Elektroden erzielt. Vorzugsweise ist eine der Elektroden eine Kathode und die andere der Elektroden eine Anode.

[0014] Vorzugsweise weist der Elektroden-Separator-Verbund zumindest einen weiteren Separator auf, wobei der weitere Separator auf einer von dem Separator abgewandten Seite der Elektrode angeordnet ist, und wobei der weitere Separator durch den Ethylencarbonat aufweisenden Haftwerkstoff an der Elektrode befestigt ist. Das Vorsehen des weiteren Separators bietet den Vorteil, dass mehrere Elektroden-Separator-Verbunde gestapelt werden können, ohne dass dabei die Elektroden aufeinander gestapelter Elektroden-Separator-Verbunde miteinander in Berührung kommen. Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn der Elektroden-Separator-Verbund in einer prismatischen Zelle eingesetzt werden soll. Der weitere Separator bietet jedoch auch Vorteile, wenn der Elektroden-Separator-Verbund in einer Rundzelle eingesetzt werden soll. Diesbezüglich ermöglicht es der weitere Separator, den Elektroden-Separator-Verbund aufzurollen beziehungsweise aufzuwickeln, ohne dass dadurch die Kathode in Berührung mit der Anode gelangt. Weil der weitere Separator durch den Ethylencarbonat aufweisenden Haftwerkstoff an der Elektrode befestigt ist, wird auch die Befestigung des weiteren Separators an der Elektrode durch den Elektrolyt gelöst. Besonders bevorzugt weist der Elektroden-Separator-Verbund eine Anode, eine Kathode und zwei Separatoren auf. Ein derartiger Elektroden-Separator-Verbund wird im Folgenden auch als Unit-Zelle bezeichnet. In einer Unit-Zelle ist einer der Separatoren zwischen der Anode und der Kathode angeordnet. Der andere der Separatoren ist auf einer von der Kathode abgewandten Seite der Anode oder auf einer von der Anode abgewandten Seite der Kathode angeordnet. Vorzugsweise sind dabei die benachbart zueinander angeordneten Elemente der Unit-Zelle durch den Ethylencarbonat aufweisenden Haftwerkstoff aneinander befestigt. Besonders bevorzugt ist der Ethylencarbonat aufweisende Haftwerkstoff zudem auf zumindest einer der äußeren Stirnflächen der Unit-Zelle angeordnet, wobei die betroffene Stirnfläche eine Stirnfläche einer der Elektroden oder eine Stirnfläche eines der

Separatoren ist. Aus wie vorstehend aufgebauten Unit-Zellen können größere Elektroden-Separator-Verbunde durch Stapeln der Unit-Zellen einfach ausgebildet werden. Dies ist besonders vorteilhaft bei der Herstellung eines als prismatische Zelle ausgebildeten Energiespeichers.

[0015] Vorzugsweise weist der Elektroden-Separator-Verbund zumindest drei Elektroden auf, wobei die äußeren Elektroden als Anode ausgebildet sind. Der Elektroden-Separator-Verbund wird also zu beiden Stirnflächen hin durch eine Anode abgeschlossen.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Elektroden-Separator-Verbunds zeichnet sich mit den Merkmalen des Anspruchs 8 dadurch aus, dass ein Ethylencarbonat aufweisender Haftwerkstoff verwendet wird. Durch die Befestigung der Elektrode an dem Separator können Produktivitätssteigerungen erreicht werden, weil das Handling der beiden aneinander befestigten Elemente verglichen mit dem Handling von zwei separaten Elementen vereinfacht wird. Der Ethylencarbonat aufweisende Haftwerkstoff wird nach Einbau in ein Gehäuse eines Energiespeichers durch den Elektrolyt des Energiespeichers gelöst. Vorzugsweise wird der Haftwerkstoff zur Befestigung der Elektrode an dem Separator vorübergehend derart erwärmt, dass der Haftwerkstoff anschmilzt oder schmilzt. Besonders bevorzugt werden die Elektrode und der Separator durch Laminieren mittels des Haftwerkstoffs aneinander befestigt. Beispielsweise wird hierzu zunächst der Haftwerkstoff zwischen dem Separator und der Elektrode angeordnet. Anschließend wird der dadurch erhaltene Elektroden-Separator-Stapel derart erwärmt und mit Druck beaufschlagt, dass die Elektrode durch Laminieren an dem Separator befestigt wird.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines elektrischen Energiespeichers zeichnet sich mit den Merkmalen des Anspruchs 9 dadurch aus, dass ein Haftwerkstoff verwendet wird, der in dem Elektrolyt löslich ist. Der Haftwerkstoff löst sich also in dem verwendeten Elektrolyt auf. Dies führt dazu, dass auch die zuvor mit dem Haftwerkstoff besetzten Abschnitte des Separators und der Elektrode mit dem Elektrolyt benetzt werden können. Dadurch wird die ionische Leitfähigkeit des Energiespeichers gesteigert, verglichen mit der Verwendung eines konventionellen Haftwerkstoffs wie beispielsweise PVDF. Vorzugsweise wird zunächst der Elektroden-Separator-Verbund in dem Gehäuse angeordnet, wobei dann erst anschließend der Elektrolyt in das Gehäuse eingefüllt wird. Alternativ dazu wird zunächst der Elektrolyt in das Gehäuse eingefüllt, wobei dann erst anschließend der Elektroden-Separator-Verbund in dem Gehäuse angeordnet wird. Vorzugsweise wird durch das Verfahren eine prisma-

tische Zelle hergestellt, wobei dann hierzu ein geeignetes Gehäuse bereitgestellt wird, beispielsweise ein Gehäuse mit einem Counter-Tab-Design.

[0018] Vorzugsweise wird ein Haftwerkstoff verwendet, der in dem hergestellten Energiespeicher inert ist. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass die elektrochemischen Eigenschaften des Energiespeichers durch den Haftwerkstoff nicht beeinträchtigt werden.

[0019] Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist vorzugsweise vorgesehen, dass ein Haftwerkstoff verwendet wird, der in dem hergestellten Energiespeicher wenigstens eine elektrochemische Eigenschaft des Energiespeichers beeinflusst. Weil der Haftwerkstoff wenigstens eine elektrochemische Eigenschaft des Energiespeichers beeinflusst, kann auf eine zusätzliche Substanz zum Beeinflussen der elektrochemischen Eigenschaft verzichtet werden. Vorzugsweise beeinflusst der Haftwerkstoff in dem Energiespeicher den Aufbau einer Feststoff-Elektrolyt-Grenzphase (SEI = solid electrolyte interface).

[0020] Vorzugsweise wird ein Ethylencarbonat aufweisender Haftwerkstoff verwendet. Ethylencarbonat ist als Bestandteil des Haftwerkstoffs besonders geeignet, weil es in typischerweise verwendeten Elektrolyten löslich ist. Aufgrund seiner geringen Schmelztemperatur von etwa 35°C bis 39°C ist eine Befestigung der Elektrode an dem Separator durch einen Ethylencarbonat aufweisenden Haftwerkstoff zudem technisch einfach realisierbar. Vorzugsweise wird der Haftwerkstoff zur Befestigung der Elektrode an dem Separator vorübergehend derart erwärmt, dass der Haftwerkstoff anschmilzt oder schmilzt. Besonders bevorzugt wird die Elektrode durch Laminieren mittels des Haftwerkstoffs an dem Separator befestigt. Weiterhin bietet Ethylencarbonat den Vorteil, dass es in dem Energiespeicher die Ausbildung einer vorteilhaften Feststoff-Elektrolyt-Grenzphase fördert. Insbesondere weist der verwendete Haftwerkstoff zusätzlich zu dem Ethylencarbonat noch zumindest eine weitere Substanz wie beispielsweise ein polymeres Bindemittel auf.

[0021] Vorzugsweise wird als Haftwerkstoff Ethylencarbonat verwendet. Der Haftwerkstoff ist also frei von weiteren Materialien wie beispielsweise dem zuvor erwähnten polymeren Bindemittel.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein Elektrolyt verwendet wird, der zumindest einen bei Raumtemperatur flüssigen Kohlensäureester aufweist. Bei Raumtemperatur flüssige Kohlensäureester sind zur Anwendung in dem Elektrolyt besonders geeignet, insbesondere wenn es sich bei dem elektrischen Energiespeicher um eine Lithiumionenzelle handelt. Vorzugsweise weist der Elektrolyt als bei Raumtemperatur flüssigen Kohlensäureester Dimethylcarbonat, Ethylmethyl-

carbonat und/oder Propylencarbonat auf. Vorzugsweise weist der Elektrolyt zusätzlich zu dem bei Raumtemperatur flüssigen Kohlensäureester noch zumindest eine weitere Substanz auf wie beispielsweise ein in dem Elektrolyt gelöstes Leitsalz. Besonders bevorzugt werden ein Ethylencarbonat aufweisender Haftwerkstoff und ein zumindest einen bei Raumtemperatur flüssigen Kohlensäureester aufweisender Elektrolyt verwendet. Diese Kombination ist aufgrund der guten Löslichkeit von Ethylencarbonat in bei Raumtemperatur flüssigen Kohlensäureestern besonders vorteilhaft.

[0023] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dazu zeigen

Fig. 1 einen Elektroden-Separator-Verbund für einen elektrischen Energiespeicher,

Fig. 2 einen Separator des Elektroden-Separator-Verbunds mit einem darauf angeordneten Haftwerkstoff,

Fig. 3 den Separator mit dem darauf angeordneten Haftwerkstoff gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 den Separator mit dem darauf angeordneten Haftwerkstoff gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

Fig. 5 den Separator mit dem darauf angeordneten Haftwerkstoff gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

Fig. 6 ein Verfahren zum Herstellen des Elektroden-Separator-Verbunds und

Fig. 7 ein Verfahren zum Herstellen eines elektrischen Energiespeichers.

[0024] **Fig. 1** zeigt einen Elektroden-Separator-Verbund 1 für einen elektrischen Energiespeicher. Der Elektroden-Separator-Verbund 1 weist eine als Kathode 2 ausgebildete Elektrode 2 auf, die vorliegend folienförmig beziehungsweise flächig ausgebildet ist. Der Elektroden-Separator-Verbund 1 weist außerdem eine als Anode 3 ausgebildete Elektrode 3 auf. Auch die Anode 3 ist vorliegend folienförmig beziehungsweise flächig ausgebildet. Außerdem weist der Elektroden-Separator-Verbund 1 einen Separator 4 auf. Auch der Separator 4 ist vorliegend folienförmig beziehungsweise flächig ausgebildet. Der Separator 4 ist zwischen der Kathode 2 und der Anode 3 angeordnet. Durch den Separator 4 sind die Kathode 2 und die Anode 3 voneinander räumlich und elektrisch getrennt. Dabei liegt eine erste Stirnfläche 5 des Separators 4 einer ersten Stirnfläche 6 der Kathode 2 gegenüber. Eine von der ersten Stirnfläche 5 abgewandte zweite Stirnfläche 7 des Separators 4 liegt einer ersten Stirnfläche 8 der Anode 3 gegenüber.

[0025] Die Kathode 2 ist durch einen Haftwerkstoff 9 an dem Separator 4 befestigt. Hierzu ist der Haftwerkstoff 9 zwischen der Kathode 2 und dem Separator 4 angeordnet und haftet an der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 und der ersten Stirnfläche 6 der Kathode 2 an. Die Lage der Kathode 2 ist in dem Elektroden-Separator-Verbund 1 durch den Haftwerkstoff 9 relativ zu dem Separator 4 fixiert. Auch die Anode 3 ist durch den Haftwerkstoff 9 an dem Separator 4 befestigt. Hierzu ist der Haftwerkstoff 9 zwischen der Anode 3 und dem Separator 4 angeordnet und haftet an der zweiten Stirnfläche 7 des Separators 4 und der ersten Stirnfläche 8 der Anode 3 an. Die Lage der Anode 3 ist in dem Elektroden-Separator-Verbund 1 durch den Haftwerkstoff 9 relativ zu dem Separator 4 fixiert.

[0026] Der verwendete Haftwerkstoff 9 weist Ethylencarbonat auf. Der sich daraus ergebende Vorteil wird später noch erläutert. Vorliegend besteht der Haftwerkstoff 9 aus Ethylencarbonat. Der Haftwerkstoff 9 kann jedoch auch zusätzlich zu dem Ethylencarbonat noch zumindest eine weitere Substanz aufweisen, beispielsweise ein polymeres Bindemittel zur Verstärkung der Haftwirkung des Haftwerkstoffs 9.

[0027] **Fig. 2** zeigt die Anordnung des Haftwerkstoffs 9 auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4. Wie aus **Fig. 2** erkenntlich ist, ist der Haftwerkstoff 9 flächig auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 angeordnet. Der Haftwerkstoff 9 ist also als erste Haftwerkstoffschicht 10 auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators angeordnet.

[0028] **Fig. 3** zeigt die Anordnung des Haftwerkstoffs 9 auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Bei dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Haftwerkstoff 9 linienförmig auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 angeordnet.

[0029] **Fig. 4** zeigt die Anordnung des Haftwerkstoffs 9 auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Bei dem in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Haftwerkstoff 9 punktförmig auf der ersten Stirnfläche 5 angeordnet.

[0030] **Fig. 5** zeigt die Anordnung des Haftwerkstoffs 9 auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Bei dem in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Haftwerkstoff 9 rahmenförmig auf der ersten Stirnfläche 5 angeordnet.

[0031] Zusätzlich zu den in den **Fig. 2** bis **Fig. 5** dargestellten Ausführungsbeispielen sind auch weitere Anordnungen des Haftwerkstoffs 9 auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 möglich. Beispiels-

weise ist der Haftwerkstoff 9 rahmenförmig auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 angeordnet, wobei der Haftwerkstoff 9 in einem eingerahmten Abschnitt der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 zusätzlich punktförmig auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4 angeordnet ist. Die Anordnung des Haftwerkstoffs 9 auf der zweiten Stirnfläche 7 des Separators 4 entspricht vorzugsweise der Anordnung des Haftwerkstoffs 9 auf der ersten Stirnfläche 5 des Separators 4.

[0032] Der Elektroden-Separator-Verbund 1 weist außerdem einen weiteren Separator 11 auf. Der weitere Separator 11 ist optional vorhanden. Vorliegend ist der weitere Separator 11 auf einer von dem Separator 4 abgewandten Seite der Kathode 2 angeordnet. Auch der weitere Separator 11 ist vorliegend folienförmig beziehungsweise flächig ausgebildet. Eine zweite Stirnfläche 12 der Kathode 2 liegt einer ersten Stirnfläche 13 des weiteren Separators 11 gegenüber. Auch der weitere Separator 11 ist durch den Haftwerkstoff 9 an der Kathode 2 befestigt. Hierzu ist der Haftwerkstoff 9 zwischen der Kathode 2 und dem weiteren Separator 11 angeordnet und haftet an der zweiten Stirnfläche 12 der Kathode 2 und an der ersten Stirnfläche 13 des weiteren Separators 11 an. Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der weitere Separator 11 auf einer von dem Separator 4 abgewandten Seite der Anode 3 angeordnet und durch den Haftwerkstoff 9 an der Anode 3 befestigt.

[0033] Gemäß dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Haftwerkstoff 9 auch auf einer von der Kathode 2 abgewandten zweiten Stirnfläche 14 des weiteren Separators 11 angeordnet. Alternativ dazu ist der Haftwerkstoff 9 auch auf einer von dem Separator 4 abgewandten zweiten Stirnfläche 15 der Anode 3 angeordnet. Der Haftwerkstoff 9 ist also auch auf einer der äußeren Stirnflächen des Elektroden-Separator-Verbunds 1 angeordnet. Der sich daraus ergebende Vorteil wird später noch erläutert.

[0034] Im Folgenden wird mit Bezug auf **Fig. 6** ein Verfahren zum Herstellen des Elektroden-Separator-Verbunds 1 beschrieben. **Fig. 6** zeigt das Verfahren anhand eines Flussdiagramms.

[0035] In einem ersten Schritt S1 werden die Kathode 2, die Anode 3, der Separator 4 und der weitere Separator 11 bereitgestellt.

[0036] In einem zweiten Schritt S2 wird der Haftwerkstoff 9 auf der ersten Stirnfläche 5 sowie der zweiten Stirnfläche 7 des Separators 4 und auf der ersten Stirnfläche 13 sowie der zweiten Stirnfläche 14 des weiteren Separators 11 angeordnet. Die Aufbringung des Haftwerkstoffs 9 auf die Stirnflächen 5, 7, 13 und 14 der Separatoren 4 und 11 ist jedoch

nicht zwangsläufig vorgesehen. Alternativ dazu kann der Haftwerkstoff 9 beispielsweise auch auf den Stirnflächen 6, 8, 12 und 15 der Elektroden 2 und 3 angeordnet werden. Vorzugsweise wird der Haftwerkstoff 9 in dem zweiten Schritt S2 angeschmolzen oder geschmolzen. Hierdurch wird die Verarbeitbarkeit des Haftwerkstoffs 9 gesteigert. Aufgrund der Schmelztemperatur von Ethylencarbonat (etwa 35 °C bis 39 °C) ist das Aufschmelzen des Haftwerkstoffs 9 bei geringen Temperaturen möglich.

[0037] In einem dritten Schritt S3 werden die Anode 3, der Separator 4, die Kathode 2 und der weitere Separator 11 gemäß der in **Fig. 2** dargestellten Abfolge gestapelt, um einen Elektroden-Separator-Stapel zu erhalten.

[0038] Gemäß dem in **Fig. 6** dargestellten Ausführungsbeispiel werden die Elektroden 2 und 3 und/oder die Separatoren 4 und 11 zunächst in dem Schritt S2 mit dem Haftwerkstoff 9 versehen und anschließend in dem Schritt S3 gestapelt. Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel werden das Versehen mit dem Haftwerkstoff 9 und das Stapeln stattdessen parallel durchgeführt. So wird beispielsweise zunächst die Kathode 2 auf dem mit dem Haftwerkstoff 9 versehenen weiteren Separator 11 abgelegt. Erst anschließend wird die Kathode 2 mit dem Haftwerkstoff 9 versehen und es wird dann der Separator 4 auf die Kathode 2 aufgelegt.

[0039] In einem vierten Schritt S4 werden die Kathode 2 und die Anode 3 zur Herstellung des Elektroden-Separator-Verbunds 1 durch den Haftwerkstoff 9 an dem Separator 4 befestigt. Der weitere Separator 11 wird zudem durch den Haftwerkstoff 9 an der Kathode 2 befestigt. Vorzugsweise wird die Befestigung der Elektroden 2 und 3 an den Separatoren 4 und 11 durch Laminieren erreicht. Beispielsweise wird der in dem dritten Schritt S3 erhaltene Elektroden-Separator-Stapel hierzu einer Laminierereinrichtung zugeführt, in welcher der Elektroden-Separator-Stapel erwärmt und mit einer Presskraft beaufschlagt wird.

[0040] Im Folgenden wird mit Bezug auf **Fig. 7** ein Verfahren zum Herstellen eines elektrischen Energiespeichers näher erläutert. **Fig. 7** zeigt das Verfahren anhand eines Flussdiagramms.

[0041] In einem ersten Schritt V1 werden zumindest eine Elektrode und zumindest ein Separator bereitgestellt.

[0042] In einem zweiten Schritt V2 wird der Separator benachbart zu der Elektrode angeordnet.

[0043] In einem dritten Schritt V3 wird die Elektrode zur Herstellung eines Elektroden-Separator-Verbunds durch einen Haftwerkstoff an dem Separator

befestigt. Der Haftwerkstoff wird beispielsweise bereits vor dem zweiten Schritt V2 auf den Separator und/oder die Elektrode aufgebracht. Im Folgenden wird beispielhalber davon ausgegangen, dass durch die Verfahrensschritte V1 bis V3 der in **Fig. 1** dargestellte Elektroden-Separator-Verbund 1 hergestellt wird. Es wird also der Ethylencarbonat aufweisende Haftwerkstoff 9 als Haftwerkstoff verwendet. Es kann jedoch auch ein anderer Haftwerkstoff verwendet werden, wie später noch erläutert wird.

[0044] In einem vierten Schritt V4 werden mehrere der in dem dritten Schritt V3 hergestellten Elektroden-Separator-Verbunde 1 derart gestapelt, dass zwischen zwei benachbarten Elektroden stets ein Separator angeordnet ist. Gemäß dem in **Fig. 7** dargestellten Ausführungsbeispiel werden zwei Elektroden-Separator-Verbunde 1 gestapelt. Es können jedoch auch mehr als zwei Elektroden-Separator-Verbunde 1 gestapelt werden.

[0045] In einem fünften Schritt V5 wird eine Anode 3 auf der zweiten Stirnseite 14 des dann äußeren weiteren Separators 11 angeordnet. Die beiden äußeren Stirnflächen des in dem vierten Schritt V4 erhaltenen Stapels werden dann durch eine Anode 3 gebildet. Anschließend wird der Stapel in dem fünften Schritt V5 laminiert. Hierdurch wird ein aus mehreren Elektroden-Separator-Verbunden 1 und der zusätzlichen Anode 3 zusammengesetzter Elektroden-Separator-Verbund erhalten.

[0046] In einem sechsten Schritt V6 wird ein Gehäuse 16 für den Energiespeicher bereitgestellt. Vorliegend ist das Gehäuse 16 ein Gehäuse für eine prismatische Zelle im Counter-Tab-Design.

[0047] In einem siebten Schritt V7 wird der in dem Schritt V5 erhaltene Elektroden-Separator-Verbund in dem Gehäuse 16 angeordnet.

[0048] In einem achten Schritt V8 wird ein flüssiger Elektrolyt 17 bereitgestellt. In einem neunten Schritt V9 wird der Elektrolyt 17 zur Herstellung des Energiespeichers 18 in das Gehäuse 16 eingefüllt. Dabei wird ein Elektrolyt 17 verwendet, in dem der verwendete Haftwerkstoff löslich ist. Dies hat zur Folge, dass der Haftwerkstoff durch den Elektrolyt 17 gelöst wird, sodass auch zuvor durch den Haftwerkstoff belegte Abschnitte der Separatoren 4 und 11 und der Elektroden 2 und 3 mit Elektrolyt 17 benetzt werden können. Wie zuvor erwähnt wurde, wird als Haftwerkstoff vorliegend der Ethylencarbonat aufweisende Haftwerkstoff 9 verwendet. Bei Verwendung dieses Haftwerkstoffs wird vorzugsweise ein Elektrolyt 17 verwendet, der zumindest einen bei Raumtemperatur flüssigen Kohlensäureester aufweist. Ethylencarbonat weist in bei Raumtemperatur flüssigen Kohlensäureestern typischerweise eine gute Löslichkeit auf. Besonders bevorzugt weist der Elektrolyt 17

als Kohlensäureester Dimethylcarbonat, Ethylmethylcarbonat und/oder Propylencarbonat auf.

[0049] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel werden ein anderer Haftwerkstoff als der Ethylencarbonat aufweisende Haftwerkstoff 9 und/oder ein anderer Elektrolyt als der zumindest einen bei Raumtemperatur flüssigen Kohlensäureester aufweisende Elektrolyt 17 verwendet. In jedem Fall wird ein Haftwerkstoff verwendet, der in dem verwendeten Elektrolyt löslich ist. Dadurch wird grundsätzlich der Vorteil erreicht, dass auch Abschnitte der Elektroden und der Separatoren mit Elektrolyt benetzt werden, die in dem Elektroden-Separator-Verbund durch den Haftwerkstoff besetzt sind. Dadurch wird die ionische Leitfähigkeit des erhaltenen Energiespeichers 18 gesteigert.

Bezugszeichenliste

1	Elektroden-Separator-Verbund
2	Kathode
3	Anode
4	Separator
5	Stirnfläche
6	Stirnfläche
7	Stirnfläche
8	Stirnfläche
9	Haftwerkstoff
10	Haftwerkstoffschicht
11	Weiterer Separator
12	Stirnfläche
13	Stirnfläche
14	Stirnfläche
15	Stirnfläche
16	Gehäuse
17	Elektrolyt
18	Energiespeicher

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102015015400 A1 [0006]
- WO 2005104269 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Elektroden-Separator-Verbund für einen elektrischen Energiespeicher, mit zumindest einer Elektrode (2,3), und mit zumindest einem benachbart zu der Elektrode (2,3) angeordneten Separator (4,11), wobei die Elektrode (2,3) und der Separator (4,11) durch einen Haftwerkstoff (9) aneinander befestigt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Haftwerkstoff (9) Ethylencarbonat aufweist.

2. Elektroden-Separator-Verbund nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Haftwerkstoff (9) aus Ethylencarbonat besteht.

3. Elektroden-Separator-Verbund nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Haftwerkstoff (9) zwischen der Elektrode (2,3) und dem Separator (4,11) angeordnet ist und sowohl an der Elektrode (2,3) als auch an dem Separator (4,11) anhaftet.

4. Elektroden-Separator-Verbund nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Haftwerkstoff (9) linienförmig, punktförmig, rahnenförmig und/oder flächig auf dem Separator (4,11) angeordnet ist.

5. Elektroden-Separator-Verbund nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektroden-Separator-Verbund (1) zumindest eine weitere Elektrode (3) aufweist, die auf einer von der Elektrode (2) abgewandten Seite des Separators (4) angeordnet ist, und dass die weitere Elektrode (3) und der Separator (4) durch den Ethylencarbonat aufweisenden Haftwerkstoff (9) aneinander befestigt sind.

6. Elektroden-Separator-Verbund nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektroden-Separator-Verbund (1) zumindest einen weiteren Separator (11) aufweist, der auf einer von dem Separator (4) abgewandten Seite der Elektrode (2,3) angeordnet ist, und dass die Elektrode (2,3) und der weitere Separator (11) durch den Ethylencarbonat aufweisenden Haftwerkstoff (9) aneinander befestigt sind.

7. Elektroden-Separator-Verbund nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektroden-Separator-Verbund (1) zumindest drei Elektroden (2,3) aufweist, und dass die äußeren Elektroden (3) als Anoden (3) ausgebildet sind.

8. Verfahren zum Herstellen eines Elektroden-Separator-Verbunds, wobei zumindest eine Elektrode (2,3) und zumindest ein Separator (4,11) bereitgestellt werden, wobei die Elektrode (2,3) benachbart zu dem Separator (4,11) angeordnet

wird, und wobei die Elektrode (2,3) und der Separator (4,11) durch einen Haftwerkstoff (9) aneinander befestigt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ethylencarbonat aufweisender Haftwerkstoff (9) verwendet wird.

9. Verfahren zum Herstellen eines elektrischen Energiespeichers, wobei zumindest eine Elektrode (2,3) und zumindest ein Separator (4,11) bereitgestellt werden, wobei die Elektrode (2,3) benachbart zu dem Separator (4,11) angeordnet wird, wobei die Elektrode (2,3) und der Separator (4,11) zur Herstellung eines Elektroden-Separator-Verbunds (1) durch einen Haftwerkstoff (9) aneinander befestigt werden, wobei ein Gehäuse (16) für den Energiespeicher (18) bereitgestellt wird, wobei der Elektroden-Separator-Verbund (1) in dem Gehäuse (16) angeordnet wird, und wobei ein insbesondere flüssiger Elektrolyt (17) zur Herstellung des Energiespeichers (18) in das Gehäuse (16) eingefüllt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Haftwerkstoff (9) verwendet wird, der in dem Elektrolyt (17) löslich ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Haftwerkstoff (9) verwendet wird, der in dem hergestellten Energiespeicher (18) inert ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Haftwerkstoff (9) verwendet wird, der in dem hergestellten Energiespeicher (18) wenigstens eine elektrochemische Eigenschaft des Energiespeichers (18) beeinflusst.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ethylencarbonat aufweisender Haftwerkstoff (9) verwendet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Haftwerkstoff (9) Ethylencarbonat verwendet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Elektrolyt (17) verwendet wird, der zumindest einen bei Raumtemperatur flüssigen Kohlensäureester aufweist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

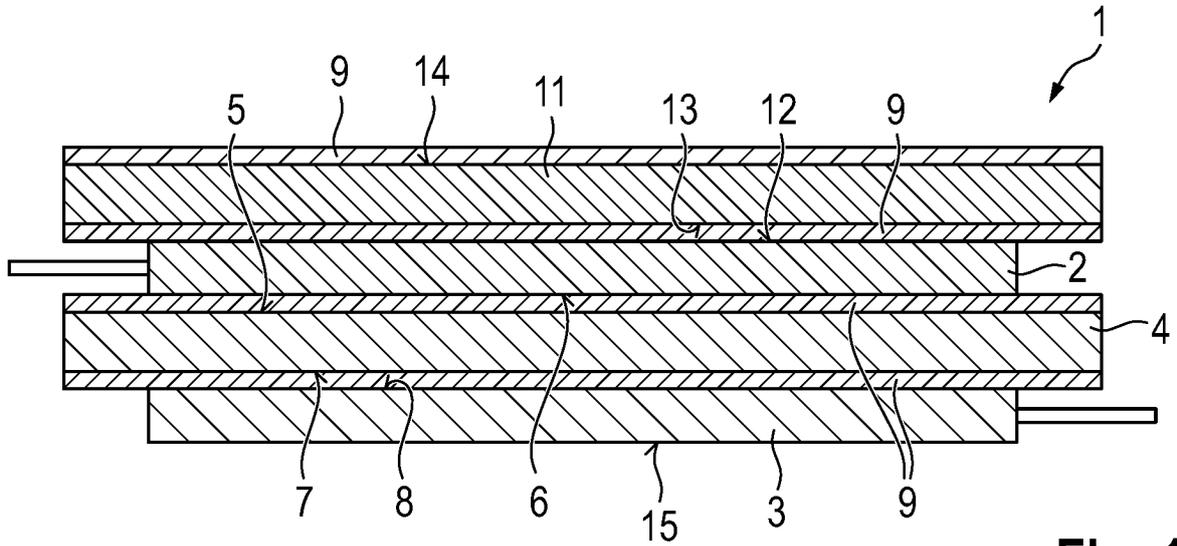


Fig. 1

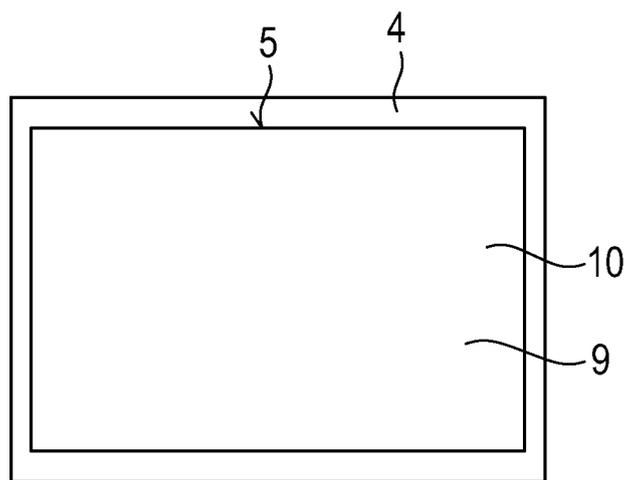


Fig. 2

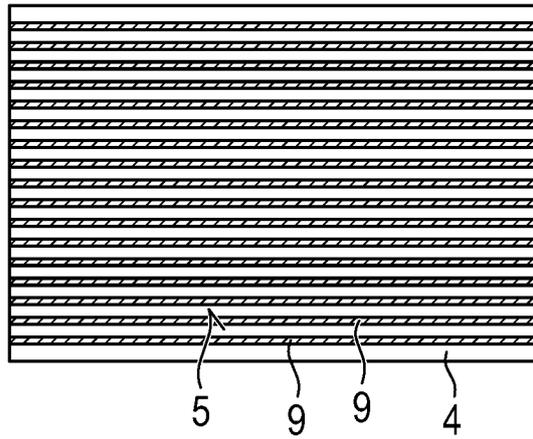


Fig. 3

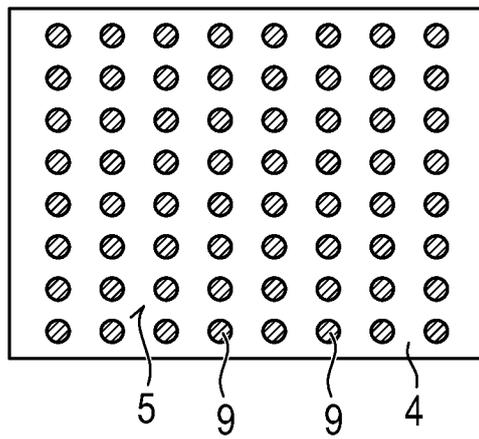


Fig. 4

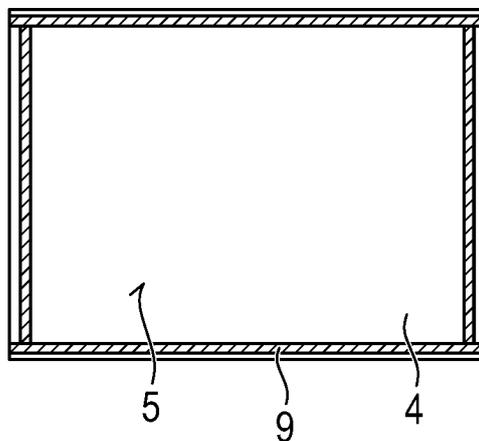


Fig. 5

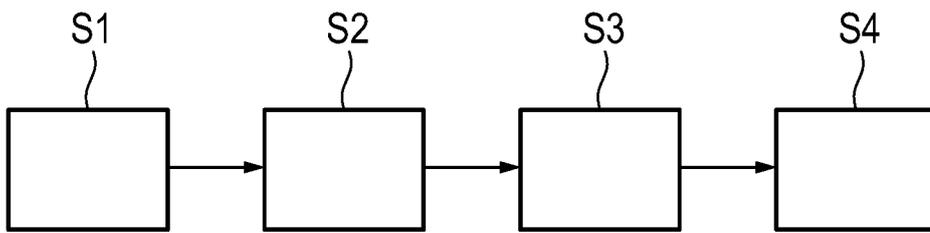


Fig. 6

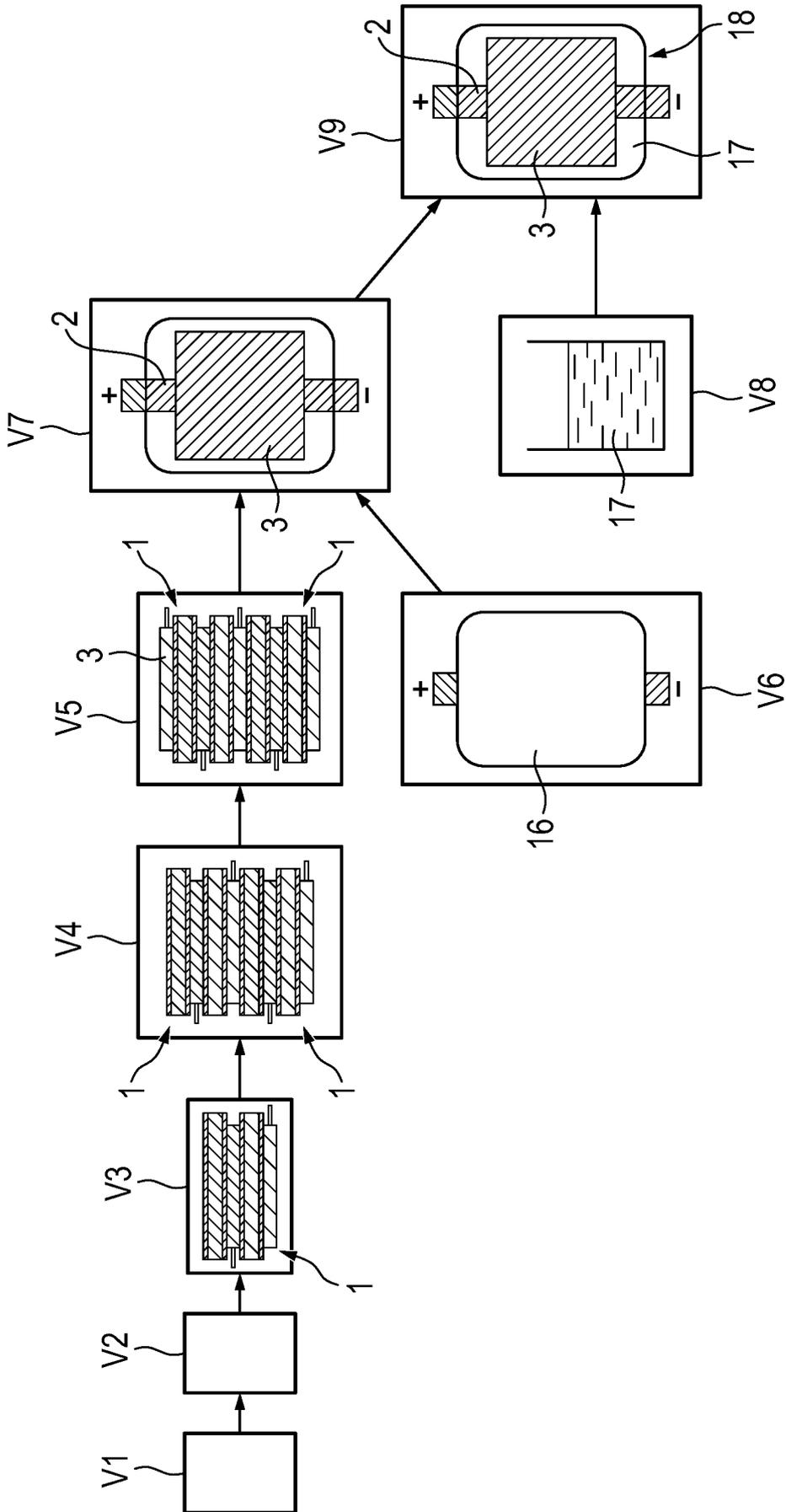


Fig. 7