

## DOCUMENT MADE AVAILABLE UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

International application number:	<b>PCT/EP2021/064956</b>
International filing date:	<b>03 June 2021 (03.06.2021)</b>
Document type:	<b>Certified copy of priority document</b>
Document details:	Country/Office: <b>CH</b>
	Number: <b>00661/20</b>
	Filing date: <b>03 June 2020 (03.06.2020)</b>
Date of receipt at the International Bureau:	<b>23 June 2021 (23.06.2021)</b>

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a),(b) or (b-bis)

EP 21 / 64956



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale  
Institut Federal da Proprietad Intellectuala

## Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen der auf der nächsten Seite bezeichneten Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

## Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

## Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 17. Juni 2021

Administration Patente  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

Urs Lüscher





**Hinterlegungsbescheinigung zu Patentanmeldung Nr. 00661/20 (Art. 46b Abs.1 PatV)**

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang der unten näher bezeichneten schweizerischen Patentanmeldung.

Titel:

Vorrichtung zur Herstellung eines Energiespeichers.

Patentbewerber:

Ulrich Ernst  
c/o Biological AG  
Steinhaldenring 8b  
8954 Geroldswil

Vertreter:

Industrial Property Services GmbH  
Rosenweg 14  
4303 Kaiseraugst

Anmeldedatum: 03.06.2020

Voraussichtliche Klassen: H01M



## **Vorrichtung zur Herstellung eines Energiespeichers**

### Hintergrund

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung eines Energiespeichers,  
5 insbesondere mittels eines Siebdruckverfahrens.

### Stand der Technik

In der Folge soll beispielhaft der Aufbau und das Herstellungsverfahren für einen  
Energiespeicher beschrieben werden, der eine elektrochemische Zelle enthält.

Eine elektrochemische Zelle umfasst eine Kathode, also eine positive Elektrode, eine Anode,  
10 also eine negative Elektrode, einen Separator, der die positive Elektrode von der negativen  
Elektrode trennt, sowie ein Gehäuse, welches die positive Elektrode, die negative Elektrode,  
den Separator und einen Elektrolyten aufnimmt, in welchem die vorgenannte positive  
Elektrode, die negative Elektrode und der Separator zumindest teilweise aufgenommen sind.  
Die Anode und Kathode können über Kontakte einen Stromkreis mit einem Verbraucher  
15 ausbilden.

Eine elektrochemische Zelle kann für eine Primärbatterie oder eine Sekundärbatterie zum  
Einsatz kommen. Als Primärbatterie wird in der Folge eine Batterie bezeichnet, die nicht  
wiederaufladbar ist, das heisst, für den einmaligen Gebrauch bestimmt ist. Als  
Sekundärbatterie wird in der Folge eine Batterie bezeichnet, die wiederaufladbar ist: Oftmals  
20 wird für diesen Typ Energiespeicher auch der Begriff Akkumulator verwendet.

Sekundärbatterien sind bereits seit Jahrzehnten in verschiedensten Anwendungen im Einsatz,  
für deren elektrochemische Zellen können unterschiedlichste Materialien zum Einsatz  
kommen. Die Verwendungen für Sekundärbatterien nehmen zu, sie kommen beispielsweise  
in tragbaren elektronischen Geräten, in medizintechnischen Geräten, im Transportwesen, als  
25 Notstromaggregat, als Speicher zum Ausgleich von Schwankungen in der Stromversorgung,  
als Speichersystem für erneuerbare Energien.

Insbesondere für tragbare elektronische Geräte oder medizintechnische Geräte, die am oder  
im Körper verwendet werden, spielen neben den Kosten die Grösse und das Gewicht dieser  
Energiespeicher eine wichtige Rolle.

Lithium-Ionen-Zellen enthalten aus Sicherheitsgründen oft eine Anode aus Graphit.

Allerdings ist die Kapazität einer Lithium-Ionenzelle mit Graphitanode limitiert, daher wurde beispielsweise in der WO2018/005038 A1 vorgeschlagen, anstelle von Graphit ein

5 Alkalimetall mit niedrigem Schmelzpunkt als Anode vorzusehen.

Die Metallschmelze, beispielsweise eine Lithiumschmelze muss aber vor deren Einsatz gereinigt werden, hierzu wird ein Filter eingesetzt. Danach kann das gefilterte Lithiummetall mittels eines additiven Herstellungsverfahrens auf einen Ableiter oder einen Separator aufgetragen werden.

10 Damit Kathode und Anode nicht direkt miteinander in elektrischen Kontakt kommen, wird ein Separator zwischen jeder Kathode und Anode vorgesehen. Gemäss einer Verfahrensvariante kann eine der Elektroden in eine Separatortasche gesteckt werden. Der Separator ist als ein blattförmiges, mikroporöses Trennelement ausgebildet, welches für den Elektrolyten, Elektronen oder Ionen durchlässig ist, aber nicht für die Partikel der entsprechenden

15 positiven oder negativen pastenförmigen aktiven Masse.

Kathoden, Separatoren und Anoden werden zu einem Zellstapel gebündelt, welcher die Primärzelle bildet. Der Zellstapel enthält üblicherweise 6 Kathoden, 6 Anoden die abwechselnd zueinander angeordnet sind, sowie die entsprechende Anzahl Separatoren, die sich zwischen je zwei benachbarten Kathoden und Anoden befinden. In einem

20 nachfolgenden Verfahrensschritt werden die Kathoden elektrisch leitend miteinander verbunden, sodass bei Anlegen einer elektrischen Spannung ein Strom zu den Kathoden fließen kann oder von den Kathoden abfließen kann. In gleicher Weise werden die Anoden elektrisch leitend miteinander verbunden, sodass bei Anlegen einer elektrischen Spannung ein Strom zu den Anoden fließen kann oder von den Anoden abfließen kann.

25 Ein Akkumulator enthält eine Mehrzahl von Zellstapeln. Die Zellstapel werden in ein Kunststoffgehäuse gestellt, welches zur Aufnahme des Elektrolyten bestimmt ist. Benachbarte Zellstapel sind durch Gehäusezwischenwände voneinander getrennt. Die Kontakte der Kathoden und Anoden jeweils benachbarter Zellstapel werden miteinander üblicherweise mittels eines Schweissverfahrens verbunden. Das Gehäuse wird danach mittels

30 eines Deckels verschlossen. Der Deckel enthält Öffnungen für die positiven und negativen Kontaktpole sowie Öffnungen zur Zufuhr des flüssigen Elektrolyten. Die Kontaktpole werden

nach der Montage des Deckels angegossen. Der Deckel ist üblicherweise nicht abnehmbar, daher wird jedem Zellstapel der Elektrolyt durch die hierfür vorgesehenen Öffnungen zugeführt, die nach Abschluss der Befüllung ebenfalls verschlossen werden. Erst in diesem Zustand kann ein initialer Ladezyklus (Formation) durchgeführt werden. Nach Abschluss des Ladezyklus ist der Akkumulator bereit für den Einsatz.

Das beschriebene Herstellungsverfahren ist in der Praxis sehr kompliziert, da es sehr viele Prozessschritte umfasst, die teilweise diskontinuierlich ablaufen, beispielsweise die Trocknung der aktiven Masse, die in Trockenschränken erfolgt und bis zu 48h in Anspruch nehmen kann. Demzufolge dürfte die Durchlaufzeit, die zur Herstellung eines derartigen Akkumulators erforderlich ist, immer noch einige Tage betragen.

Daher wurde beispielsweise in der FR2690567 A1 ein Verfahren zur Herstellung eines elektrochemischen Speichers oder eines Superkondensators entwickelt, welches eine in einem Gehäuse angeordnete elektrochemische Zelle umfasst, die einen ersten Ableiter, eine erste Elektrode, einen Separator, eine zweite Elektrode und einen zweiten Ableiter umfasst. Die Elektroden sowie der Separator werden mittels einer Siebdrucktinte hergestellt. Die Siebdrucktinte besteht aus einem für Ionen leitfähigen Polymer, einem im Polymer gelösten und dissoziierten Salz, einem leichtflüchtigen Lösungsmittel, in welchem das Polymer sowie das Salz löslich sind. In dieser Siebdrucktinte befindet sich zur Herstellung der Elektroden auch die aktive Masse und ein Elektronenleiter, dessen Gewichtsanteil zwischen 0 und 30% der aktiven Masse beträgt. Auch der erste und zweite Ableiter sowie das Gehäuse werden mittels des Siebdruckverfahrens hergestellt.

Das für Ionen leitfähige Polymer kann ein lineares oder vernetztes Polymer umfassen. Der Salzanteil kann zwischen 0.1 und 2 mol/l des Polymers betragen. Das Lösungsmittel kann ein Element aus der Gruppe der Propylencarbonate, Butylencarbonate, Terpeneole, Glykole, deren Derivate and deren Mischungen enthalten. Der Elektronenleiter kann eine metallische oder Kohlenstoff enthaltende Verbindung umfassen. Der Gewichtsanteil der aktiven Masse und des Elektronenleiters kann 20% bis 80% der Siebdrucktinte umfassen. Die aktive Masse kann Kohlenstoff, Metalloxide und leitfähige Polymere umfassen. Die aktive Masse für die Kathode kann Lithium enthalten. Die aktive Masse für die Anode kann nebst Kohlenstoff Oxide, Sulfide, Selenide, Phosphosulfide, Oxyhalogenide sowie leitfähige Polymere enthalten.

Allerdings wurden mit dem vorbekannten Verfahren nur ein Energiespeicher hergestellt, dessen Oberfläche 20x20 mm bis 30x30 mm beträgt.



Aufgabe der Erfindung

Daher ist es Aufgabe der Erfindung, einen mittels eines Siebdruckverfahrens hergestellten Energiespeicher, umfassend ein Gehäuse, eine erste und zweite Elektrode sowie einem zwischen diesen Elektroden angeordnete Trennschicht, beispielsweise einen Separator oder Elektrolyten, derart zu verbessern, eine Mehrzahl von Energiespeichern gleichzeitig mit gleichbleibender Qualität hergestellt werden kann.

Beschreibung der Erfindung

Die Lösung der Aufgabe erfolgt insbesondere durch eine Vorrichtung gemäss Anspruch 1. Vorteilhafte Varianten sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 10.

10 Wenn der Begriff „beispielsweise“ in der nachfolgenden Beschreibung verwendet wird, bezieht sich dieser Begriff auf Ausführungsbeispiele und/oder Ausführungsformen, was nicht notwendigerweise als eine bevorzugtere Anwendung der Lehre der Erfindung zu verstehen ist. In ähnlicher Weise sind die Begriffe „vorzugsweise“, „bevorzugt“ zu verstehen, indem sie sich auf ein Beispiel aus einer Menge von Ausführungsbeispielen und/oder

15 Ausführungsformen beziehen, was nicht notwendigerweise als eine bevorzugte Anwendung der Lehre der Erfindung zu verstehen ist. Dementsprechend können sich die Begriffe „beispielsweise“, „vorzugsweise“ oder „bevorzugt“ auf eine Mehrzahl von Ausführungsbeispielen und/oder Ausführungsformen beziehen.

Die nachfolgende detaillierte Beschreibung enthält verschiedene Ausführungsbeispiele für die erfindungsgemässe Vorrichtung sowie das erfindungsgemässe Verfahren. Die Beschreibung einer bestimmten Vorrichtung oder eines bestimmten Verfahrens ist nur als beispielhaft anzusehen. In der Beschreibung und den Ansprüchen werden die Begriffe „enthalten“, „umfassen“, „aufweisen“ als „enthalten, aber nicht beschränkt auf“ interpretiert.

Eine Vorrichtung zur Herstellung eines Energiespeichers umfasst eine Mehrzahl von Modulen zur Herstellung einer Zelle des Energiespeichers. Die Module umfassen ein erstes

25 Elektrodenmodul, ein zweites Elektrodenmodul und ein Stapelmodul. Die Zelle umfasst einen ersten Ableiter, eine erste Elektrode, eine zweite Elektrode, einen zweiten Ableiter und eine Trennschicht. Die Trennschicht ist zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode angeordnet, wobei der erste Ableiter auf einer der Trennschicht gegenüberliegenden Seite

30 der ersten Elektrode angeordnet ist, wobei der zweite Ableiter auf einer der Trennschicht gegenüberliegenden Seite der zweiten Elektrode angeordnet ist. Das erste Elektrodenmodul

umfasst eine erste Siebdruckvorrichtung zur Herstellung der ersten Elektrode und das zweite Elektrodenmodul eine zweite Siebdruckvorrichtung zur Herstellung der zweiten Elektrode.

- 5 Gemäss einem Ausführungsbeispiel umfasst die erste Siebdruckvorrichtung eine erste Druckauflage und ein erstes Drucksieb, welches einen ersten Rahmen aufweist, der eine erste Gitterstruktur zur Aufnahme einer ersten Paste enthält. Unter einer Paste wird eine fließfähige Masse verstanden, beispielsweise ein Slurry. Eine erste Auftragsvorrichtung ist zum Auftragen der ersten Paste auf die erste Gitterstruktur ausgebildet. Gegebenenfalls wird mittels einer zur Vorrichtung gehörigen ersten Verteilvorrichtung die erste Paste auf der ersten Gitterstruktur verteilt. Die erste Gitterstruktur weist Ausnehmungen oder Öffnungen
- 10 auf, welche mit der ersten Paste befüllbar sind. Ein erstes Extraktionselement ist zur Extraktion der ersten Paste aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der ersten Gitterstruktur auf die erste Druckauflage vorgesehen. Die Gitterstruktur ist nach Extraktion der ersten Paste mit dem Rahmen von der Paste separierbar und die erste Paste verbleibt auf der ersten Druckauflage.
- 15 Insbesondere ist die erste Elektrode durch Trocknung der ersten Paste in einer ersten Trocknungseinheit erhältlich.

- Gemäss einem Ausführungsbeispiel umfasst die zweite Siebdruckvorrichtung eine zweite Druckauflage und ein zweites Drucksieb, welches einen zweiten Rahmen aufweist, der eine zweite Gitterstruktur zur Aufnahme einer zweiten Paste enthält. Insbesondere kann eine
- 20 zweite Auftragsvorrichtung zum Auftragen der zweiten Paste auf die zweite Gitterstruktur ausgebildet sein. Gegebenenfalls kann mittels einer zur Vorrichtung gehörigen zweiten Verteilvorrichtung die zweite Paste auf der zweiten Gitterstruktur verteilt werden, wobei die zweite Gitterstruktur Ausnehmungen oder Öffnungen aufweist, welche mit der zweiten Paste befüllbar sind. Ein zweites Extraktionselement kann zur Extraktion der zweiten Paste aus den
- 25 Öffnungen oder Ausnehmungen der zweiten Gitterstruktur auf die zweite Druckauflage vorgesehen sein, Die zweite Gitterstruktur kann nach Extraktion der zweiten Paste mit dem Rahmen von der zweiten Paste separierbar sein und die zweite Paste kann auf der zweiten Druckauflage verbleiben.

- Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist die zweite Elektrode durch Trocknung der zweiten
- 30 Paste in einer zweiten Trocknungseinheit erhältlich. Insbesondere kann sich die erste Paste von der zweiten Paste unterscheiden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung eine dritte Siebdruckvorrichtung zur Herstellung der Trennschicht. Insbesondere kann die dritte Siebdruckvorrichtung eine dritte Druckauflage und ein drittes Drucksieb umfassen, welches einen dritten Rahmen aufweist, der eine dritte Gitterstruktur zur Aufnahme einer dritten Paste enthält, wobei

5 zumindest die dritte Gitterstruktur mit der dritten Paste befüllbar ist, um die Trennschicht auszubilden, wobei eine dritte Auftragungsvorrichtung die dritte Paste auf die dritte Gitterstruktur aufgetragen wird, wobei mittels der zur Vorrichtung gehörigen dritten Verteilvorrichtung die dritte Paste auf der dritten Gitterstruktur verteilt wird. Die dritte Gitterstruktur kann Ausnehmungen oder Öffnungen aufweisen, welche mit der dritten Paste

10 befüllbar sind. Ein drittes Extraktionselement kann zur Extraktion der dritten Paste aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der dritten Gitterstruktur auf die dritte Druckauflage vorgesehen sein. Die dritte Gitterstruktur kann nach Extraktion der dritten Paste mit dem dritten Rahmen von der dritten Paste separierbar sein und die dritte Paste auf der dritten Druckauflage verbleiben. Insbesondere kann die Trennschicht durch Trocknung der dritten

15 Paste in einer dritten Trocknungseinheit erhältlich sein.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann zumindest eine der ersten Elektroden oder der zweiten Elektroden aus mehreren Schichten bestehen. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die erste Elektrode eine Dicke von 10  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 300  $\mu\text{m}$  aufweisen. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die zweite Elektrode eine

20 Dicke von 10  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 300  $\mu\text{m}$  aufweisen. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die Trennschicht eine Dicke von 1  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 50  $\mu\text{m}$  aufweisen. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der erste Ableiter eine Dicke von 1  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 50  $\mu\text{m}$  aufweisen. Insbesondere kann nach einem

25 Ausführungsbeispiel der zweite Ableiter eine Dicke von 1  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 50  $\mu\text{m}$  aufweisen.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der erste Ableiter aus Aluminium oder einer Aluminiumverbindung bestehen. Der erste Ableiter ist gemäss diesem Ausführungsbeispiel als positiver Ableiter ausgebildet. Insbesondere kann nach einem

30 Ausführungsbeispiel der zweite Ableiter aus Kupfer oder einer Kupferverbindung bestehen. Der zweite Ableiter ist gemäss diesem Ausführungsbeispiel als negativer Ableiter ausgebildet.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die erste Paste der ersten Elektrode einen Massenanteil an aktiver Masse von 50% bis einschliesslich 90% aufweisen, wobei der

restliche Massenanteil ein Bindematerial und/oder ein Lösungsmittel und/oder ein leitfähiges Additiv umfasst.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die zweite Paste der zweiten Elektrode einen Massenanteil an aktiver Masse von 50% bis einschliesslich 90% aufweisen, wobei der  
5 restliche Massenanteil ein Bindematerial und ein leitfähiges Additiv umfasst.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die Trennschicht aus zwei Deckschichten aus Polypropylen und einer zwischen den beiden Deckschichten angeordneten Zwischenschicht aus Polyethylen bestehen. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel kann die Dicke der Trennschicht insbesondere 38  $\mu\text{m}$  betragen.

10 Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die Trennschicht einen Elektrolyten enthalten, der zu 50 Mol% aus  $\text{LiPF}_6$  und zu 50 Mol % aus einer Mischung von Ethylencarbonat (EC) und Diethylcarbonat (DEC) besteht.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann eine Zelle eine erste Elektrode, die als Kathode ausgebildet ist. Die Kathode enthält insbesondere Lithium-Kobaltoxid. Ein Elektrolyt auf  
15 organischer Basis kann beispielsweise Lithiumphosphat in einer Mischung von Ethylencarbonat und Dimethylcarbonat enthalten. Ein bevorzugter Elektrolyt besteht aus 1 mol/dm<sup>3</sup>  $\text{LiPF}_6$  in 1:1 (vol %) EC (Ethylencarbonat) /DMC (Dimethylcarbonat). Eine zweite Elektrode kann als Anode ausgebildet sein. Die Anode kann insbesondere Lithium-Titanat enthalten.

20 Gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Kathode Lithium-Kobaltoxid enthalten. Ein Elektrolyt auf der Basis eines wässrigen Gels kann eingesetzt werden, beispielsweise  $\text{LiNO}_3$  in  $\text{H}_2\text{O}$  und Polyvinylpyrrolidon, gegebenenfalls mit Siliziumdioxid-Zusatz), Die Anode kann gemäss diesem Ausführungsbeispiel Lithium-Manganoxid ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ) enthalten.

Gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Kathode Lithium-Kobaltoxid enthalten  
25 Gegebenenfalls kann Kohlenstoff zugesetzt werden, insbesondere enthaltend Kohlenstoffnanoröhrchen. Ein Elektrolyt auf der Basis von Polymilchsäure kann eingesetzt werden.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der Energiespeicher eine Mehrzahl von Zellen enthalten, die mindestens einen Zellstapel ausbilden. Insbesondere kann nach einem  
30 Ausführungsbeispiel die Mehrzahl von Zellen in Parallelschaltung oder in Serienschaltung

angeordnet sein. Bei Serienschaltung kann eine Betriebsspannung von mindestens 12 V erhältlich sein.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der Zellstapel mindestens eine erste und eine zweite Zelle aufweisen, wobei eine Zwischenschicht zwischen der ersten und zweiten  
5 Zelle angeordnet ist, wobei die Zwischenschicht den Ableiter für die erste Elektrode der ersten Zelle vom Ableiter für die zweite Elektrode der zweiten Zelle trennt, sodass sich eine Gesamtspannung zwischen dem ersten Ableiter und dem zweiten Ableiter aus der Summe der Zellspannungen der ersten und zweiten Zelle ergibt. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die Zwischenschicht elektrisch leitfähig sein, sodass ein Stromfluss oder  
10 Ionenfluss von der ersten Zelle in die zweite Zelle erfolgen kann.

Insbesondere kann die Zelle nach einem Ausführungsbeispiel einen Elektrolyten enthalten. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der Elektrolyt in der ersten oder zweiten Paste oder der Trennschicht enthalten sein.

Insbesondere können nach einem Ausführungsbeispiel die erste oder zweite Elektrode und  
15 die Trennschicht in der Zelle derart gestapelt sein, dass die Trennschicht oberhalb der ersten Elektrode angeordnet ist und die zweite Elektrode oberhalb der Trennschicht angeordnet ist. Die Trennschicht liegt gemäss diesem Ausführungsbeispiel auf der ersten Elektrode auf.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die erste oder zweite Elektrode oder die Trennschicht ein porenhaltiges Material enthalten.

20 Insbesondere können der erste oder zweite Ableiter nach einem Ausführungsbeispiel zumindest teilweise ein Gehäuse ausbilden. Insbesondere können nach einem Ausführungsbeispiel der erste oder zweite Ableiter zumindest teilweise ein Kühlelement ausbilden.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel auf der ersten Druckauflage oder der  
25 zweiten Druckauflage oder der dritten Druckauflage eine Mehrzahl von entsprechenden ersten oder zweiten Elektroden oder Trennschichten für eine Mehrzahl von Zellen nebeneinander angeordnet werden.

Die Zelle kann in einem Gehäuse eingeschlossen werden. Ein derartiges Gehäuse kann vorzugsweise einen Kunststoff enthalten, der beständig gegenüber sämtlichen für die ersten  
30 und zweiten Elektroden, die Trennschicht und einen Elektrolyten verwendeten Substanzen

ist. Ein Gehäuse kann mittels eines additiven Fertigungsverfahrens hergestellt werden. Beispielsweise kann das Gehäuse einen der nachfolgend genannten Kunststoffe enthalten.

Ein Verfahren zur Herstellung eines Energiespeichers wird nachfolgend beschrieben, wobei der Energiespeicher eine Zelle umfasst, wobei die Zelle einen ersten Ableiter, eine erste  
5 Elektrode, eine zweite Elektrode, einen zweiten Ableiter und eine Trennschicht enthält, wobei die Trennschicht zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode angeordnet ist, wobei der erste Ableiter auf einer der Trennschicht gegenüberliegenden Seite der ersten Elektrode angeordnet ist, wobei der zweite Ableiter auf einer der Trennschicht gegenüberliegenden Seite der zweiten Elektrode angeordnet ist, wobei die erste Elektrode  
10 mittels einer ersten Siebdruckvorrichtung hergestellt wird und die zweite Elektrode mittels einer zweiten Siebdruckvorrichtung hergestellt wird.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die erste Siebdruckvorrichtung eine erste Druckauflage und ein erstes Drucksieb umfassen, welches einen ersten Rahmen aufweist, der eine erste Gitterstruktur zur Aufnahme einer ersten Paste enthält, wobei die erste Paste  
15 mit einer ersten Auftragungsvorrichtung auf die erste Gitterstruktur aufgetragen wird. Gegebenenfalls kann mittels einer zur ersten Siebvorrichtung gehörigen ersten Verteilvorrichtung die erste Paste auf der ersten Gitterstruktur verteilt werden, wobei die erste Gitterstruktur Ausnehmungen oder Öffnungen aufweist, welche mit der ersten Paste befüllt werden. Die erste Paste kann mittels eines ersten Extraktionselements aus den  
20 Öffnungen oder Ausnehmungen der ersten Gitterstruktur entfernt werden und auf die erste Druckauflage aufgebracht werden, wobei die Gitterstruktur nach Extraktion der ersten Paste mit dem Rahmen von der Paste getrennt wird und die erste Paste auf der ersten Druckauflage verbleibt.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die erste Elektrode durch Trocknung der ersten  
25 Paste in einer ersten Trocknungseinheit erhalten werden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die zweite Siebdruckvorrichtung eine zweite Druckauflage und ein zweites Drucksieb umfassen, welches einen zweiten Rahmen aufweist, der eine zweite Gitterstruktur zur Aufnahme einer zweiten Paste enthält, wobei die zweite  
30 Paste mit einer zweiten Auftragungsvorrichtung auf die zweite Gitterstruktur aufgetragen wird, wobei gegebenenfalls mittels einer zur zweiten Siebdruckvorrichtung gehörigen zweiten Verteilvorrichtung die zweite Paste auf der zweiten Gitterstruktur verteilt wird, wobei die zweite Gitterstruktur Ausnehmungen oder Öffnungen aufweist, welche mit der zweiten Paste

befüllt werden, wobei die zweite Paste mittels eines zweiten Extraktionselements aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der zweiten Gitterstruktur entfernt wird auf die zweite Druckauflage aufgebracht wird, wobei die zweite Gitterstruktur nach Extraktion der zweiten Paste mit dem zweiten Rahmen von der zweiten Paste getrennt wird und die zweite Paste auf der zweiten Druckauflage verbleibt.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die zweite Elektrode durch Trocknung der zweiten Paste in einer zweiten Trocknungseinheit erhalten werden. Insbesondere kann sich die erste Paste von der zweiten Paste unterscheiden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die Trennschicht mittels einer dritten Siebdruckvorrichtung hergestellt werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die dritte Siebdruckvorrichtung eine dritte Druckauflage und ein drittes Drucksieb umfassen, welches einen dritten Rahmen aufweist, der eine dritte Gitterstruktur zur Aufnahme einer dritten Paste enthält, wobei zumindest die dritte Gitterstruktur mit der dritten Paste befüllt wird, um die Trennschicht auszubilden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die dritte Paste mittels einer dritten Auftragungsvorrichtung auf die dritte Gitterstruktur aufgetragen werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann mittels der zur Vorrichtung gehörigen dritten Verteilvorrichtung die dritte Paste auf der dritten Gitterstruktur verteilt werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die dritte Gitterstruktur Ausnehmungen oder Öffnungen aufweisen, welche mit der dritten Paste befüllt werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die dritte Paste mittels eines dritten Extraktionselements aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der dritten Gitterstruktur entfernt werden und auf die dritte Druckauflage aufgebracht werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann dritte Gitterstruktur nach Extraktion der dritten Paste mit dem dritten Rahmen von der dritten Paste getrennt werden und die dritte Paste auf der dritten Druckauflage verbleiben.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel werden eine Mehrzahl von Gitterstrukturen mit unterschiedlichen Pasten befüllt, um zumindest eine erste und eine zweite Elektrode auszubilden, die voneinander durch eine Trennschicht getrennt sind.

Ohne auf eine bestimmte Konfiguration beschränkt zu sein, kann die erste Elektrode als eine Kathode ausgebildet sein und die zweite Elektrode als eine Anode ausgebildet sein. Selbstverständlich lässt sich das Verfahren in gleicher Weise anwenden, wenn die erste Elektrode als eine Anode ausgebildet ist und die zweite Elektrode als eine Kathode ausgebildet ist. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann somit ein Energiespeicher eine

Zelle umfassen, wobei die Zelle einen ersten, positiven Ableiter, eine Kathode, eine Anode, einen zweiten, negativen Ableiter und eine Trennschicht enthält, wobei die Trennschicht zwischen der Kathode und der Anode angeordnet ist, wobei der erste Ableiter auf einer der Trennschicht gegenüberliegenden Seite der Anode angeordnet ist, wobei der zweite Ableiter  
5 auf einer der Trennschicht gegenüberliegenden Seite der Kathode angeordnet ist. Die Kathode wird mittels einer Kathodensiebdruckvorrichtung hergestellt, die Anode wird mittels einer Anodensiebdruckvorrichtung hergestellt.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die Anode oder die Kathode mehrere Schichten umfasst, die mittels der entsprechenden Anodensiebdruckvorrichtung oder  
10 Kathodensiebdruckvorrichtung hergestellt sind.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel können mehrere Anoden oder Kathoden mit der entsprechenden Anodensiebdruckvorrichtung oder Kathodensiebdruckvorrichtung gleichzeitig hergestellt werden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel können die erste oder zweite Elektrode und die  
15 Trennschicht gestapelt werden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann eine Zwischenschicht vorgesehen werden, wenn die Herstellung des Zellelements oder des Zellstapels abgeschlossen ist.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann auf der ersten Druckauflage oder der zweiten Druckauflage oder der dritten Druckauflage eine Mehrzahl von entsprechenden ersten oder  
20 zweiten Elektroden oder Trennschichten für eine Mehrzahl von Zellen nebeneinander angeordnet werden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel können die ersten Elektroden, zweiten Elektroden und Trennschichten nach der Trocknung in der entsprechenden ersten zweiten oder dritten Trocknungseinheit voneinander getrennt werden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel wird die erste oder zweite Elektrode in einer Trocknungsanlage oder Härteanlage getrocknet oder gehärtet, nachdem sie die erste bzw. zweite Siebdruckvorrichtung verlassen hat, bevor die erste Elektrode auf der Druckauflage oder die zweite Elektrode auf der ersten Trennschicht abgelegt wird. Gemäss einem  
Ausführungsbeispiel wird die zweite Elektrode in einer zweiten Trocknungsanlage oder  
30 Härteanlage getrocknet oder gehärtet, sodann die zweite Elektrode auf der ersten



Trennschicht abgelegt. Anschliessend wird auf der zweiten Elektrode eine zweite Trennschicht abgelegt, wenn die Zelle oder der Zellstapel noch nicht vollständig ist.

Alternativ oder zusätzlich kann gemäss einem Ausführungsbeispiel eine Umhüllung vorgesehen werden, wenn die Herstellung der Zelle abgeschlossen ist. Die Umhüllung kann eine Kunststoffschicht umfassen. Die Umhüllung kann Bestandteil eines Kunststoffgehäuses sein, welches die Zelle oder eine Mehrzahl von Zellen, also den Zellstapel, aufnimmt. Gemäss einem Ausführungsbeispiel umfasst somit der Zellstapel eine Mehrzahl von Zellen. Die Umhüllung kann ein Kühlelement einschliessen.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Zelle einen Elektrolyten. Der Elektrolyt kann einen Feststoff, eine Flüssigkeit oder ein Gas umfassen. Nach einem Ausführungsbeispiel ist der Elektrolyt in der ersten oder zweiten Paste enthalten.

Nach einem Ausführungsbeispiel wird der Zellstapel in ein Gehäuse gelegt oder gestellt, wobei das Gehäuse anschliessend mit einem Elektrolyten befüllt wird, der die Zellelemente zumindest teilweise umgibt. Das Gehäuse kann dann mit einem Deckel verschlossen werden, sodass beispielsweise ein Auslaufen eines fluiden Elektrolyten verhindert werden kann. Das Gehäuse kann insbesondere als ein Kunststoffgehäuse ausgebildet sein.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist die Trennschicht oder sind die Trennschichten derart ausgebildet, dass sie einen Austausch von Elektronen oder Ionen über den Elektrolyten zwischen den ersten und zweiten Elektroden ermöglichen, aber einen Stromfluss von der ersten Elektrode zur zweiten Elektrode unterbinden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht ein porenhaltiges Material. Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht ein poröses Material. Die Trennschicht kann beispielsweise in einem Sinterverfahren hergestellt werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht eine Mehrzahl von Durchgängen, welche den Elektrolyten enthalten und einen Transport von Ionen oder Elektronen von der ersten zur zweiten Elektrode oder umgekehrt ermöglichen.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel weist jeder der ersten oder zweiten Ableiter je ein Kontaktende auf, welches mit sämtlichen zu gleichpoligen Elektroden gehörigen ersten oder zweiten Ableitern jeder Zelle des Zellstapels verbunden ist.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel wird eine Gehäuseschicht vorgesehen, wenn die Herstellung des Zellelements oder des Zellstapels abgeschlossen ist. Gemäss einem

Ausführungsbeispiel ist die Gehäuseschicht als eine Wand eines Gehäuses ausgebildet.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel wird die Zelle oder der Zellstapel in einem Gehäuse

aufgenommen. Gemäss einem Ausführungsbeispiel sind die Zelle oder der Zellstapel

zwischen einer ersten fluiddichten Gehäuseschicht und einer zweiten fluiddichten

- 5 Gehäuseschicht angeordnet. Gemäss einem Ausführungsbeispiel wird die erste fluiddichte Gehäuseschicht auf der Druckauflage positioniert und die erste Elektrode auf der ersten fluiddichten Gehäuseschicht angeordnet.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel werden auf der ersten Druckauflage eine Mehrzahl von ersten Elektroden für eine Mehrzahl von Zellen oder Zellstapeln nebeneinander angeordnet.

- 10 Gemäss einem Ausführungsbeispiel werden auf der zweiten Druckauflage eine Mehrzahl von zweiten Elektroden für eine Mehrzahl von Zellen oder Zellstapeln nebeneinander angeordnet. Insbesondere können auf der Druckauflage eine Mehrzahl von ersten und zweiten Elektroden für eine Mehrzahl von Zellen oder Zellstapeln nebeneinander gedruckt werden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel werden die ersten Elektroden nach der Trocknung in der

- 15 Trocknungseinheit voneinander getrennt. Gemäss einem Ausführungsbeispiel werden die zweiten Elektroden nach der Trocknung in der Trocknungseinheit voneinander getrennt. Hierzu kann eine Trennvorrichtung vorgesehen sein, beispielsweise eine Stanzvorrichtung oder eine Schneidvorrichtung. Die derart getrennten ersten Elektroden können in einem Gehäuse angeordnet werden. Die im Gehäuse befindlichen ersten Elektroden können mit  
20 einer Trennschicht von den zweiten Elektroden getrennt werden. Die ersten und zweiten Elektroden und die Trennschicht kann zumindest teilweise von einem Elektrolyten umgeben werden, der bereits in den ersten oder zweiten Elektroden oder der Trennschicht enthalten ist oder nach dem Zusammenbau zu einer Zelle beigegeben wird. Alternativ kann der Elektrolyt beigegeben werden, nachdem die Zellen oder Zellstapel im Gehäuse angeordnet  
25 worden sind.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel werden die Zellen oder Zellstapel nach Fertigstellung voneinander getrennt. Hierzu kann eine Trennvorrichtung vorgesehen sein, beispielsweise

eine Stanzvorrichtung oder eine Schneidvorrichtung. Die derart getrennten Zellen oder

Zellstapel können in einem Gehäuse angeordnet werden. Die im Gehäuse befindlichen

- 30 Zellelemente oder Zellstapel können zumindest teilweise von einem Elektrolyten umgeben werden, der in das Gehäuse eingefüllt wird, nachdem die Zellen oder Zellstapel im Gehäuse angeordnet worden sind.

Die Gitterstruktur oder die Paste können gemäss einem Ausführungsbeispiel ein Metall oder ein Metallion enthalten. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann das Metall oder Metallion in der Form von Partikeln eines Pulvers vorliegen. Das Metall oder Metallion kann ein Element aus der Gruppe bestehend aus Al, Au, Ag, Ba, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cr, Cu, Er, Fe, Hf, Ga, Gd, In, K, La, Li, Na, Nb, Nd, Ni, Mo, Mn, Mg, Pb, Pr, Pt, Sc, Sn, Re, Rh, Ru, Ta, Te, Th, Ti, V, W, Y, Yb, Zn, Zr enthalten. Ein Partikel kann eine Mehrzahl von Metallen oder Metallionen enthalten, insbesondere kann das Partikel eine Legierung oder ein Ionengitter enthalten. Nach einem Ausführungsbeispiel kann das Partikel einen Kern und einen Mantel enthalten, wobei sich das Metall des Kerns vom Metall des Mantels unterscheiden kann. Das Pulver kann nach einem Ausführungsbeispiele Partikel umfassen, die eine intermetallische Verbindung enthalten.

Nach einem Ausführungsbeispiel kann die Gitterstruktur oder die Paste eine Mischung aus zumindest zwei Elementen der Gruppe bestehend aus Kunststoffen, Keramiken und Metallen umfassen. Nach einem Ausführungsbeispiel kann die Paste aus Partikeln bestehen, wobei die Partikel eine Mischung aus zumindest zwei Elementen der Gruppe bestehend aus Kunststoffen, Keramiken und Metallen umfassen.

Nach einem Ausführungsbeispiel kann die Paste beschichtete Partikel enthalten. Beispielsweise kann ein Partikel, welches einen Kunststoff oder eine Keramik enthält, mit einem Metall beschichtet werden. Der Kunststoff kann ein Element der vorgängig oder nachfolgend beschriebenen Kunststoffe enthalten.

Der Metallanteil in der Mischung kann, um einen wirksamen Effekt zu erzielen, 0.01 – 10 Gew % betragen. Als besonders vorteilhaft hat sich eine Konzentration von 0.05 - 5 Gew% erwiesen.

Die Erfindung besteht demzufolge darin, Kunststoff-, Metall- und Keramikpasten, welche eine für die gewünschte Anwendung vorteilhafte Eigenschaften aufweisen, in geeigneter Art und Weise mit einem Bindemittel zu vermischen, um auf diese Weise für die Verarbeitung im Siebdruckverfahren geeignet zu sein.

Derartige Mischungen können beispielsweise in Rührkesseln, Ultraschallhomogenisatoren, Hochdruckhomogenisatoren, in Rohren, die dynamische Mischer oder statische Mischer enthalten, verarbeitet werden.

Das Zerkleinern erfolgt in hierfür geeigneten Mahlgeräten, wie beispielsweise Kugelmühlen, Rührwerkskugelmühlen, Zirkulationsmühlen (Rührwerkskugelmühle mit Stift-Mahlsystem), Scheibenmühlen, Ringkammermühlen, Doppelkonusmühlen, Dreiwalzenwerken und Batchmühlen. Die Mahlgeräte können mit Mahlkammern mit Kühlvorrichtungen zur  
 5 Abführung der beim Mahlvorgang eingetragenen Wärmeenergie ausgestattet sein.

Bevorzugt erfolgt die Zerkleinerung unter Zugabe der Hauptmenge, insbesondere wenigstens 80 % bis 100 % des Trägermediums. Die für das Zerkleinern erforderliche Zeitdauer richtet sich in an sich bekannter Weise nach dem gewünschten Feinheitsgrad bzw. der  
 10 Teilchengröße der Partikel. Bewährt haben sich beispielsweise eine Mahldauer im Bereich von 30 Minuten bis 72 Stunden, obwohl auch eine längere Zeitdauer denkbar ist.

Druck- und Temperaturbedingungen beim Zerkleinern sind im Allgemeinen unkritisch, so hat sich beispielsweise Normaldruck als geeignet erwiesen. Als Temperaturen haben sich beispielsweise Temperaturen im Bereich von 10 °C bis 100 °C als geeignet erwiesen.

Der Gehalt der in der Paste enthaltenen Elektronen- oder Ionendonoren beträgt  
 15 vorzugsweise wenigstens 10 Gew.-%, besonders bevorzugt wenigstens 20 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Zubereitung.

Der Gehalt an reaktivem Metall oder reaktiven Ionen in der aktiven Masse beträgt vorzugsweise wenigstens 50 Gew.-%, besonders bevorzugt wenigstens 70 Gew.-%, bezogen auf den Anteil an Elektronen- oder Ionendonoren der Paste.

20 Keramikpasten können beispielsweise aluminiumhaltige Pulver umfassen, beispielsweise Aluminiumoxid  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder Aluminiumnitrid  $\text{AlN}$ . Verwendet werden können auch verschiedene Oxide oder auch nicht oxidative Verbindungen, wie beispielsweise Karbide, Nitride, oder Boride. Ein Keramikpulver kann ein Element aus der Gruppe bestehend aus  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiC}$ ,  $\text{TiB}$ ,  $\text{TiB}_2$ ,  $\text{TiN}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{BN}$ ,  $\text{B}_4\text{C}$ ,  $\text{WC}$  enthalten. Das  
 25 Keramikpulver kann eine Mischung von mindestens zwei der vorgenannten Komponenten umfassen.

Die Paste kann ein Trägermedium als kohärente Phase enthalten, welches bei Standardbedingungen fest oder fließfähig ist. Das Trägermedium kann eine Keramik oder einen Kunststoff umfassen. Das Trägermedium ist daher insbesondere nicht flüssig. Als  
 30 Trägermedium werden beispielsweise Ester von Alkyl- und Arylcarbonsäuren, hydrierte Ester von Arylcarbonsäuren, mehrwertige Alkohole, Etheralkohole, Polyetherpolyole, Ether,

gesättigte acyclische und cyclische Kohlenwasserstoffe, Mineralöle, Mineralölderivate, Siliconöle, aprotisch polaren Lösungsmitteln und Mischungen eingesetzt.

Nach einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht oder die Paste Graphit, insbesondere Graphen.

5 Nach einem Ausführungsbeispiel enthalten enthält die Trennschicht oder die Paste einen Kunststoff. Der Kunststoff kann insbesondere Polymerzusammensetzungen umfassen, die eine Polymerkomponente enthalten oder aus einer Polymerkomponente bestehen, die vorzugsweise ausgewählt ist aus der Gruppe der Polyolefine, Polyolefincopolymere, Polytetrafluoroethylene, Ethylen-Tetrafluoroethylen-Copolymere, Polyvinylchloride,  
 10 Polyvinylidenchloride, Polyvinylalkohole, Polyvinylester, Polyvinylalkanale, Polyvinylketale, Polyamide, Polyimide, Polycarbonate, Polycarbonat-Blends, Polyester, Polyester-Blends, Poly(meth)acrylate, Poly(meth)acrylat-Styrolcopolymer Blends, Poly(meth)acrylat-Polyvinylidendifluorid-Blends, Polyurethane, Polystyrole, Styrolcopolymere, Polyether, Polyetherketone und Polysulfone und deren Mischungen.

15 Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht oder ein in der Paste verwendeter Kunststoff wenigstens ein Polyurethan oder besteht aus wenigstens einem Polyurethan. Bevorzugt handelt es sich bei dem Polyurethan um wenigstens ein Polyetherpolyurethan, besonders bevorzugt wenigstens ein Polytetrahydrofuranpolyetherurethan. Bevorzugt sind thermoplastische  
 20 Polyetherpolyurethane.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht oder ein in der Paste verwendeter Kunststoff Polyolefine, welche wenigstens ein einpolymerisiertes Monomer enthalten, das ausgewählt ist unter Ethylen, Propylen, But-1-en, Isobutylen, 4-Methyl-1-penten, Butadien, Isopren und Mischungen davon. Monomeren (wie z. B. Vinylaromaten) als  
 25 Comonomeren. Beispielsweise können Polymere verwendet werden, die aus Olefinen ohne weitere Funktionalität aufgebaut sind, wie Polyethylen, Polypropylen, Polybuten-1 oder Polyisobutylen, Poly-4-methylpent-1-en, Polyisopren, Polybutadien, Polymere von Cycloolefinen, beispielsweise Cyclopenten sowie Copolymerisate von Mono- oder Diolefinen wie Polyvinylcyclohexan.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel können Polyethylen-Homopolymere niedriger Dichte (PE-LD) und Polypropylen-Homopolymere und Polypropylen-Copolymere zur Verwendung kommen.

5 Ein Polyethylen (PE)-Homopolymere kann ein Element der nachfolgenden Gruppe enthalten, wobei die Gruppe aus den Gruppenelementen PE-ULD (ULD = Ultra low density), PE-VLD (VPL = very low density), PE-LD (LD = low density), PE-LLD (LLD = linear low density), PE-MD (MD = middle density), PE-HD (HD = high density), PE-HD-HMW (HMW = high molecular weight), PE-HD-UHMW (UHMW = ultra high molecular weight), besteht.

10 Eine Klassierung der Polyethylen (PE)-Homopolymere kann nach deren Dichte erfolgen. PE-ULD oder PE-VLD weisen eine Dichte unter  $0,905 \text{ g/cm}^3$  auf.

PE-LD weist eine Dichte von  $0,915$  bis  $0,935 \text{ g/cm}^3$  auf. PE-LD ist beispielsweise erhältlich aus einem Hochdruckverfahren (ICI) bei  $1000$  bis  $3000 \text{ bar}$  und  $150$  bis  $300 \text{ °C}$  mit Sauerstoff oder Peroxiden als Katalysatoren in Autoklaven oder Rohrreaktoren. Die Kristallinität kann  $40$  bis  $50 \%$  betragen, die mittlere Molmasse bis  $600\,000 \text{ g/mol}$ . PE-LD  
15 kann stark verzweigt sein, wobei Verzweigungen mit unterschiedlicher Kettenlänge vorgesehen sind.

PE-LLD ist erhältlich mit Metallkomplex-Katalysatoren im Niederdruckverfahren aus der Gasphase, aus einer Lösung (z. B. Benzin), in einer Suspension oder mit einem modifizierten Hochdruckverfahren. PE-LLD ist schwach verzweigt mit in sich unverzweigten Seitenketten,  
20 Molmassen höher als bei PE-LD. PE-MD weist eine Dichte zwischen  $0,92$  und  $0,93 \text{ g/cm}^3$  auf.

PE-MD weist eine Dichte zwischen  $0,93$  und  $0,94 \text{ g/cm}^3$  auf.

PE-HD weist eine Dichte  $0,942$  bis  $0,965 \text{ g/cm}^3$  auf. PE-HD ist erhältlich nach dem Mitteldruck-(Phillips) und Niederdruck-(Ziegler)-Verfahren. Beim Phillips Verfahren werden Drücke von bei  $30$  bis  $40 \text{ bar}$ , Temperaturen  $85$  bis  $180 \text{ °C}$  eingesetzt. Üblicherweise wird  
25 Chromoxid als Katalysator verwendet. Die Molmassen betragen etwa  $50\,000 \text{ g/mol}$ .

Beim Ziegler Verfahren werden Drücke von  $1$  bis  $50 \text{ bar}$ , Temperaturen von  $20$  bis  $150 \text{ °C}$  verwendet. Als Katalysatoren kommen Aluminiumalkyle, Titanhalogenide, Titanester zum Einsatz. Die Molmassen liegen im Bereich von etwa  $200\,000$  bis  $400\,000 \text{ g/mol}$ . Die Herstellung von PE-HD gemäss Ziegler Verfahren kann in Suspension, in Lösung, in der

Gasphase erfolgen. PE-HD ist üblicherweise sehr schwach verzweigt, und weist eine Kristallinität 60 bis 80 % auf.

PE-HD-HMW ist erhältlich nach Zieglerverfahren, Phillipsverfahren oder einem Gasphasenverfahren. PE-HD-HMW weist eine Dichte von mehr als  $0,965 \text{ g/cm}^3$  auf.

- 5 PE-HD-UHMW (UHMW = ultra high molecular weight) ist erhältlich nach Zieglerverfahren mit modifizierten Ziegler-Katalysator. Die Molmasse liegt im Bereich von 3 000 000 bis 6 000 000 g/mol. PE-HD-HMW weist eine Dichte von mehr als  $0,97 \text{ g/cm}^3$  auf.

10 Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die Trennschicht oder ein in der Paste verwendeter Kunststoff Polypropylen enthalten. Unter der Bezeichnung Polypropylen sollen nachfolgend sowohl Homo- als auch Copolymere des Propylens verstanden werden. Copolymere des Propylens enthalten in untergeordneten Mengen mit Propylen copolymerisierbare Monomere, beispielsweise C2-C8-Alk-1-ene wie u. a. Ethylen, But-1-en, Pent-1-en oder Hex-1-en. Es können auch zwei oder mehr verschiedene Comonomere verwendet werden.

15 Geeignete Polypropylene weisen in der Regel eine Schmelzflussrate (MFR), nach ISO 1 133, von 0,1 bis 200 g/10 min, insbesondere von 0,2 bis 100 g/10 min, bei 230 °C und unter einem Gewicht von 2,16 kg auf.

20 Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht oder ein in der Paste verwendeter Kunststoff ein halogenhaltiges Polymer. Zu den Halogene enthaltenden Polymeren gehören Polytetrafluorethylenhomo- und -copolymere, Polychloropren, chlorierte und fluorierte Kautschuke, chloriertes und bromiertes Copolymer von Isobutylene-Isopren (Halogen-Kautschuk), chloriertes und sulfochloriertes Polyethylen, Copolymere von Ethylen und chloriertem Ethylen und chloriertem Ethylen, Epichlorhydrincompound-Copolymere, insbesondere Polymere von Halogen enthaltenden Vinylverbindungen, z. B. Polyvinylchlorid (PVC), Polyvinylidenchlorid (PVDC), Polyvinylfluorid, Polyvinylidenfluorid sowie Copolymere  
25 davon, wie Vinylchlorid/- Vinylidenchlorid-, Vinylchlorid/Vinylacetat- oder Vinylidenchlorid/Vinylacetat- Copolymere. Polyvinylchlorid wird mit unterschiedlichem Gehalt an Weichmachern eingesetzt, mit einem Gehalt an Weichmachern von 0 bis 12 % als Hart-PVC, von mehr als 12 % als Weich-PVC beziehungsweise mit sehr hohem Gehalt an Weichmachern als PVC-Paste. Übliche Weichmacher sind z. B. Phthalate, Epoxide,  
30 Adipinsäureester.

Polyvinylchlorid wird durch radikalische Polymerisation von Vinylchlorid in Substanz-, Suspensions-, Mikrosuspension- und Emulsionspolymerisation hergestellt. Die Polymerisation wird häufig durch Peroxide eingeleitet.

Polyvinylidenchlorid wird durch radikalische Polymerisation von Vinylidenchlorid hergestellt.

- 5 Vinylidenchlorid kann auch mit (Meth)acrylaten, Vinylchlorid oder Acrylnitril copolymerisiert werden.

- Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht oder ein in der Paste verwendeter Kunststoff einen Polyester. Polyester sind Kondensationsprodukte aus einem oder mehreren Polyolen und einer oder mehreren Polycarbonsäuren. In linearen Polyestern
- 10 ist das Polyol ein Diol und die Polycarbonsäure eine Dicarbonsäure. Die Diolkomponente kann unter Ethylenglykol, 1,4-Cyclohexandimethanol, 1,2-Propandiol, 1,3-Propandiol, 1,4-Butandiol, 2,2-Dimethyl-1,3-propandiol, 1,6-Hexandiol, 1,2-Cyclohexandiol, 1,4-Cyclohexandiol, 1,2-Cyclohexandimethanol und 1,3-Cyclohexandimethanol ausgewählt sein.
- Ferner kommen Diole in Betracht, deren Alkylenkette durch nicht benachbarte
- 15 Sauerstoffatome ein- oder mehrfach unterbrochen ist. Hierzu zählen Diethylenglykol, Triethylenglykol, Dipropylenglykol, Tripropylenglykol und dergleichen. In der Regel enthält das Diol 2 bis 18 Kohlenstoffatome, vorzugsweise 2 bis 8 Kohlenstoffatome.
- Cycloaliphatische Diole können in Form ihres cis- oder trans-Isomeren oder als Isomerengemisch eingesetzt werden. Die Säurekomponente kann eine aliphatische,
- 20 alicyclische oder aromatische Dicarbonsäure sein. Die Säurekomponente linearer Polyester ist in der Regel ausgewählt unter Terephthalsäuren, Isophthalsäuren, 1,4-Cyclohexandicarbonsäure, 1,3-Cyclohexandicarbonsäuren, Bernsteinsäuren, Glutarsäuren, Adipinsäuren, Sebacinsäuren, 1,12-Dodecandisäure, 2,6-Naphthalindicarbonsäure und Gemischen davon.

- 25 Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht oder ein in der Paste verwendeter Kunststoff Polyalkylenterephthalate, beispielsweise Polyethylenterephthalate (PET), die durch Kondensation von Terephthalsäure mit Diethylenglykol erhältlich sind. PET ist des Weiteren auch durch Umesterung von Dimethylterephthalat mit Ethylenglykol unter Abspaltung von Methanol zum Bis(2-hydroxyethyl)terephthalat und dessen Polykondensation
- 30 unter Freisetzung von Ethylenglykol erhältlich. Weitere bevorzugte Polyester sind Polybutylenterephthalate (PBT), die durch Kondensation von Terephthalsäure mit 1,4-Butandiol erhältlich sind, Polyalkylnaphthalate (PAN) wie Polyethylen-2,6-naphthalate



(PEN), Poly-1,4-cyclohexandimethylterephthalate (PCT), sowie Copolyester von Polyethylterephthalat mit Cyclohexandimethanol (PDCT), Copolyester von Polybutylterephthalat mit Cyclohexandimethanol. PET und PBT weisen eine hohe Beständigkeit als thermoplastische Werkstoffe auf.

- 5 Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht oder ein in der Paste verwendeter Kunststoff ein Polycarbonat oder ein Polyestercarbonat. Polycarbonate entstehen z. B. durch Kondensation von Phosgen oder Kohlensäureestern wie Diphenylcarbonat oder Dimethylcarbonat mit Dihydroxyverbindungen.

- 10 Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht oder ein in der Paste verwendeter Kunststoff ein Polyamid (Kurzzeichen PA) oder Copolyamiden, die als wesentliche Strukturelemente Amid-Gruppen in der Polymerhauptkette aufweisen. Polyamide können beispielsweise durch Polykondensation aus Diaminen und Dicarbonsäuren oder deren Derivaten hergestellt werden. Polyamide können gegebenenfalls mit einem Elastomer als Modifiziermittel hergestellt werden. Geeignete Copolyamide sind beispielsweise
- 15 Blockcopolymeren der vorstehend erwähnten Polyamide mit Polyolefinen, Olefin-Copolymeren, Ionomeren oder chemisch gebundenen oder gepfropften Elastomeren; oder mit Polyethern, beispielsweise mit Polyethylenglykol, Polypropylenglycol oder Polytetramethylenglycol; sowie Polyamide oder Copolyamide, modifiziert mit EPDM oder ABS.

- 20 Gemäss einem Ausführungsbeispiel enthält die Trennschicht oder ein in der Paste verwendeter Kunststoff eine Polymerzusammensetzung, wobei es sich bei dem Polymer um einen Polymerblend handelt. Unter dem Begriff "Polymerblend" versteht man eine Mischung aus zwei oder mehreren Polymeren oder Copolymeren. Polymerblends dienen dazu, die Eigenschaften der Basiskomponente zu verbessern.

- 25 Das Verfahren ist insbesondere vorteilhaft anwendbar, wenn eine Mehrzahl von Zellen gleichzeitig erzeugt werden sollen. Eine Druckauflage kann Abmessungen von bis zu 60 cm x 60 cm aufweisen.

- Die Gitterstruktur kann beliebige Formen aufweisen. Insbesondere kann die Gitterstruktur eine L-förmige Form aufweisen oder eine rechteckige Oberfläche aufweisen. Die Dicke der Gitterstruktur kann im Bereich von 4 bis 200 Mikrometer liegen, das heisst, es können mit
- 30 dem Verfahren Energiespeicher für tragbare Geräte, Sensoren und dergleichen hergestellt werden.

Wenn ein Härteverfahren zur Behandlung der in der Gitterstruktur befindlichen Paste zur Anwendung kommen soll, kann ein für die verwendete Materialkombination optimales Härteverfahren ausgewählt werden. Ein Härteverfahren gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die Paste Temperaturen über 50°C aussetzen. Beispielsweise kann ein derartiges

5 Härteverfahren zum Einsatz kommen, wenn Lösungsmittel verdampft werden müssen, beispielsweise ölhaltige oder wasserhaltige Lösungsmittel. Ein Härteverfahren gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die Paste Temperaturen unter 0°C aussetzen. Ein Härteverfahren gemäss einem Ausführungsbeispiel kann ein Sinterverfahren beinhalten. Ein Härteverfahren gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die Verwendung von UV-Lichtquellen umfassen.

#### 10 Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend wird die erfindungsgemässe Vorrichtung anhand einiger Ausführungsbeispiele dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine Ansicht einer Zelle eines Energiespeichers,

Fig. 2 eine Siebdruckvorrichtung zur Herstellung einer ersten Elektrode eines

15 Energiespeichers gemäss Fig. 1,

Fig. 3 eine Siebdruckvorrichtung zur Herstellung einer zweiten Elektrode eines Energiespeichers gemäss Fig. 1,

Fig. 4 eine Siebdruckvorrichtung zur Herstellung einer Trennschicht eines Energiespeichers gemäss Fig. 1.

20 Fig. 5 eine Ansicht eines Energiespeichers nach einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Herstellung eines Energiespeichers.

#### Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt eine Zelle 8 eines Energiespeichers 5 gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel.

25 Die Zelle 8 umfasst eine erste Elektrode 1 und eine zweite Elektrode 2. Zwischen der ersten Elektrode 1 und der zweiten Elektrode 2 befindet sich eine Trennschicht 20. Die erste Elektrode 1 umfasst einen ersten Ableiter 40. Die zweite Elektrode 2 umfasst einen zweiten Ableiter 50.

Fig. 2 zeigt eine erste Siebdruckvorrichtung, welche ein Ausführungsbeispiel eines ersten Elektrodenmoduls zur Herstellung einer ersten Elektrode 1 eines Energiespeichers 5 gemäss Fig. 1 darstellt. Die Siebdruckvorrichtung zur Herstellung eines Energiespeichers 5 umfasst eine erste Druckauflage 3, wobei die erste Druckauflage 3 zur Auflage einer ersten Paste 11 zur Herstellung einer ersten Elektrode 1 (siehe Fig. 1) des Energiespeichers 5 ausgebildet ist. Die erste Siebdruckvorrichtung umfasst ein erstes Drucksieb 4, welches einen ersten Rahmen 6 aufweist, der eine erste Gitterstruktur 21 zur Aufnahme einer ersten Paste 11 für die erste Elektrode 1 des Energiespeichers 5 enthält. Mittels einer zur ersten Siebdruckvorrichtung gehörigen ersten Verteilvorrichtung 7 ist die erste Paste 11 auf der ersten Gitterstruktur 21 verteilbar und Ausnehmungen oder Öffnungen der ersten Gitterstruktur 21 mit der ersten Paste 11 befüllbar.

Fig. 3 zeigt eine zweite Siebdruckvorrichtung zur Herstellung einer zweiten Elektrode 2 eines Energiespeichers 5 gemäss Fig. 1. Die zweite Siebdruckvorrichtung umfasst eine zweite Auftragungsvorrichtung 29 enthaltend eine zweite Paste 12. Der zweite Rahmen 16 ist zur Aufnahme einer zweiten Gitterstruktur 22 ausgebildet, wobei mittels der zweiten Auftragungsvorrichtung 29 die zweite Paste 12 auf die zweite Gitterstruktur 22 für die zweite Elektrode 2 aufbringbar ist. Die zweite Verteilvorrichtung 17 ist zur Verteilung der zweiten Paste 12 auf der zweiten Gitterstruktur 22 auf der zweiten Druckauflage 13 ausgebildet. Ausnehmungen oder Öffnungen der zweiten Gitterstruktur 22 sind mit der zweiten Paste 12 befüllbar.

Fig. 4 zeigt eine dritte Siebdruckvorrichtung zur Herstellung einer Trennschicht 20 eines Energiespeichers 5 gemäss Fig. 1. Die dritte Siebdruckvorrichtung umfasst eine dritte Auftragungsvorrichtung 39 enthaltend eine dritte Paste 32.

Der dritte Rahmen 36 ist zur Aufnahme einer dritten Gitterstruktur 31 ausgebildet, wobei mittels der dritten Auftragungsvorrichtung 39 die dritte Paste 32 auf die dritte Gitterstruktur 31 für die Trennschicht 20 aufgebracht worden ist. Die Verteilvorrichtung 37 ist zur Verteilung der dritten Paste 32 auf der dritten Gitterstruktur 31 auf der dritten Druckauflage 33 ausgebildet. Ausnehmungen oder Öffnungen der dritten Gitterstruktur 31 sind mit der dritten Paste 32 befüllbar.

Fig. 5 zeigt eine Ansicht eines Energiespeichers 5 nach einem zweiten Ausführungsbeispiel. Der in Fig. 4 gezeigte Zellstapel 9 enthält eine Mehrzahl von Zellelementen 8. Gemäss dem in Fig. 4 gezeigten exemplarischen Beispiel sind drei Zellelemente 8 vorgesehen. Jedes der

Zellelemente 8 besteht aus einer ersten Elektrode 1 und einer zweiten Elektrode 2. Zwischen der ersten Elektrode 1 und der zweiten Elektrode 2 befindet sich eine Trennschicht 20. Die erste Elektrode 1 umfasst die erste Paste 11. Die zweite Elektrode 2 umfasst die zweite Paste 12. Zwischen benachbarten Zellelementen 8 befindet sich ebenfalls eine Trennschicht 20 oder eine Zwischenschicht. Gemäss Fig. 5 wird die erste Elektrode 1 eines zweiten Zellelements 8 in gleicher Weise wie die erste Elektrode 1 des zuunterst gelegenen Zellelements 8 hergestellt. Daher soll an dieser Stelle Bezug auf die Merkmale des in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen genannten Energiespeichers gemacht werden.

Eine Vorrichtung 10 zur Herstellung eines Energiespeichers 5 gemäss Fig. 6 umfasst eine Mehrzahl von Modulen zur Herstellung einer Zelle 8 des Energiespeichers 5. Die Module umfassen ein erstes Elektrodenmodul, ein zweites Elektrodenmodul und ein Stapelmodul. Die Zelle 8 umfasst einen ersten Ableiter 40, eine erste Elektrode 1, eine zweite Elektrode 2, einen zweiten Ableiter 50 und eine Trennschicht 20. Die Trennschicht 20 ist zwischen der ersten Elektrode 1 und der zweiten Elektrode 2 angeordnet, wobei der erste Ableiter 40 auf einer der Trennschicht 20 gegenüberliegenden Seite der ersten Elektrode 1 angeordnet ist, wobei der zweite Ableiter 50 auf einer der Trennschicht 20 gegenüberliegenden Seite der zweiten Elektrode 2 angeordnet ist. Das erste Elektrodenmodul umfasst eine erste Siebdruckvorrichtung 41 zur Herstellung der ersten Elektrode 1 und das zweite Elektrodenmodul eine zweite Siebdruckvorrichtung 42 zur Herstellung der zweiten Elektrode 2.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel umfasst die erste Siebdruckvorrichtung 41, wie in Fig. 2 dargestellt, eine erste Druckauflage 3 und ein erstes Drucksieb 4, welches einen ersten Rahmen 6 aufweist, der eine erste Gitterstruktur 21 zur Aufnahme einer ersten Paste 11 enthält. Eine erste Auftragungsvorrichtung 19 ist zum Auftragen der ersten Paste 11 auf die erste Gitterstruktur 21 ausgebildet. Gegebenenfalls wird mittels einer zur ersten Siebdruckvorrichtung 41 gehörigen ersten Verteilvorrichtung 17 die erste Paste 11 auf der ersten Gitterstruktur 21 verteilt. Die erste Gitterstruktur 21 weist Ausnehmungen oder Öffnungen auf, welche mit der ersten Paste 11 befüllbar sind. Ein erstes Extraktionselement 18 ist zur Extraktion der ersten Paste 11 aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der ersten Gitterstruktur 21 auf die erste Druckauflage 3 vorgesehen. Die erste Gitterstruktur 21 ist nach Extraktion der ersten Paste 11 mit dem ersten Rahmen 6 von der ersten Paste 11 separierbar und die erste Paste 11 verbleibt auf der ersten Druckauflage 3.

Insbesondere ist die erste Elektrode 1 durch Trocknung der ersten Paste 11 in einer ersten Trocknungseinheit 15 erhältlich.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel, wie schematisch in Fig. 3 dargestellt, umfasst die zweite Siebdruckvorrichtung 42 eine zweite Druckauflage 13 und ein zweites Drucksieb 14, welches  
5 einen zweiten Rahmen 16 aufweist, der eine zweite Gitterstruktur 22 zur Aufnahme einer zweiten Paste 12 enthält. Insbesondere kann eine zweite Auftragungsvorrichtung 29 zum Auftragen der zweiten Paste 12 auf die zweite Gitterstruktur 22 ausgebildet sein.

Gegebenenfalls kann mittels einer zur zweiten Siebdruckvorrichtung 42 gehörigen zweiten Verteilvorrichtung 17 die zweite Paste 12 auf der zweiten Gitterstruktur 22 verteilt werden,  
10 wobei die zweite Gitterstruktur 22 Ausnehmungen oder Öffnungen aufweist, welche mit der zweiten Paste 12 befüllbar sind. Ein zweites Extraktionselement 28 kann zur Extraktion der zweiten Paste 12 aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der zweiten Gitterstruktur 22 auf die zweite Druckauflage 13 vorgesehen sein. Die zweite Gitterstruktur 22 kann nach Extraktion der zweiten Paste 12 mit dem Rahmen 16 von der zweiten Paste 12 separierbar  
15 sein und die zweite Paste 12 kann auf der zweiten Druckauflage 13 verbleiben.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel ist die zweite Elektrode 2 durch Trocknung der zweiten Paste 12 in einer zweiten Trocknungseinheit 25 erhältlich. Insbesondere kann sich die erste Paste 11 von der zweiten Paste 12 unterscheiden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung eine dritte Siebdruckvorrichtung  
20 43 zur Herstellung der Trennschicht 20. Insbesondere kann die dritte Siebdruckvorrichtung 43 eine dritte Druckauflage 33 und ein drittes Drucksieb 34 umfassen, welches einen dritten Rahmen 36 aufweist, der eine dritte Gitterstruktur 31 zur Aufnahme einer dritten Paste 32 enthält, wobei zumindest die dritte Gitterstruktur 31 mit der dritten Paste 32 befüllbar ist, um die Trennschicht 20 auszubilden, wobei eine dritte Auftragungsvorrichtung 39 die dritte Paste  
25 32 auf die dritte Gitterstruktur 31 aufgetragen wird, wobei mittels der zur dritten Siebdruckvorrichtung 43 gehörigen dritten Verteilvorrichtung 37 die dritte Paste 32 auf der dritten Gitterstruktur 31 verteilt werden kann. Die dritte Gitterstruktur 31 kann Ausnehmungen oder Öffnungen aufweisen, welche mit der dritten Paste 32 befüllbar sind. Ein drittes Extraktionselement 38 kann zur Extraktion der dritten Paste 32 aus den  
30 Öffnungen oder Ausnehmungen der dritten Gitterstruktur 31 auf die dritte Druckauflage 33 vorgesehen sein. Die dritte Gitterstruktur 31 kann nach Extraktion der dritten Paste 32 mit dem dritten Rahmen 36 von der dritten Paste 32 separierbar sein und die dritte Paste 32 auf

der dritten Druckauflage 33 verbleiben. Insbesondere kann die Trennschicht 20 durch Trocknung der dritten Paste 32 in einer dritten Trocknungseinheit 35 erhältlich sein.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann zumindest eine der ersten Elektroden 1 oder der zweiten Elektroden 2 aus mehreren Schichten bestehen. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die erste Elektrode 1 eine Dicke von 10 µm bis einschliesslich 300 µm aufweisen. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die zweite Elektrode 2 eine Dicke von 10 µm bis einschliesslich 300 µm aufweisen. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die Trennschicht 20 eine Dicke von 1 µm bis einschliesslich 50 µm aufweisen. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der erste Ableiter 40 eine Dicke von 1 µm bis einschliesslich 50 µm aufweisen. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der zweite Ableiter 50 eine Dicke von 1 µm bis einschliesslich 50 µm aufweisen.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der erste Ableiter 40 aus Aluminium oder einer Aluminiumverbindung bestehen. Der erste Ableiter 40 ist gemäss diesem Ausführungsbeispiel als positiver Ableiter ausgebildet. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der zweite Ableiter 50 aus Kupfer oder einer Kupferverbindung bestehen. Der zweite Ableiter 50 ist gemäss diesem Ausführungsbeispiel als negativer Ableiter ausgebildet.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die erste Paste 11 der ersten Elektrode 1 einen Massenanteil an aktiver Masse von 50% bis einschliesslich 90% aufweisen, wobei der restliche Massenanteil ein Bindematerial und/oder ein Lösungsmittel und/oder ein leitfähiges Additiv umfasst.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die zweite Paste 12 der zweiten Elektrode 2 einen Massenanteil an aktiver Masse von 50% bis einschliesslich 90% aufweisen, wobei der restliche Massenanteil ein Bindematerial und ein leitfähiges Additiv umfasst.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die Trennschicht 20 aus zwei Deckschichten aus Polypropylen und einer zwischen den beiden Deckschichten angeordneten Zwischenschicht aus Polyethylen bestehen. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel kann die Dicke der Trennschicht 20 insbesondere 38 µm betragen.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die Trennschicht 20 einen Elektrolyten enthalten, der zu 50 Mol% aus  $\text{LiPF}_6$  und zu 50 Mol % aus einer Mischung von Ethylencarbonat (EC) und Diethylcarbonat (DEC) besteht.

5 Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der Energiespeicher 5 eine Mehrzahl von Zellen 8 enthalten, die mindestens einen Zellstapel 9 ausbilden, wie in Fig. 5 gezeigt.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die Mehrzahl von Zellen 8 in Parallelschaltung oder in Serienschaltung angeordnet sein. Bei Serienschaltung kann eine Betriebsspannung von mindestens 12 V erhältlich sein.

10 Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der Zellstapel 9 mindestens eine erste und eine zweite Zelle 8 aufweisen, wobei eine Zwischenschicht zwischen der ersten und zweiten Zelle 8 angeordnet ist, wobei die Zwischenschicht den Ableiter für die erste Elektrode der ersten Zelle vom Ableiter für die zweite Elektrode der zweiten Zelle trennt, sodass sich eine Gesamtspannung zwischen dem ersten Ableiter 40 und dem zweiten

15 Ableiter 50 aus der Summe der Zellspannungen der ersten und zweiten Zelle 8 ergibt. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die Zwischenschicht elektrisch leitfähig sein, sodass ein Stromfluss oder Ionenfluss von der ersten Zelle 8 in die zweite Zelle 8 erfolgen kann.

Insbesondere kann die Zelle 8 nach einem Ausführungsbeispiel einen Elektrolyten enthalten. Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel der Elektrolyt in der ersten oder zweiten  
20 Paste 11, 12 oder der Trennschicht 20 enthalten sein.

Insbesondere können nach einem Ausführungsbeispiel die erste oder zweite Elektrode 1, 2 und die Trennschicht 20 in der Zelle 8 derart gestapelt sein, dass die Trennschicht 20 oberhalb der ersten Elektrode 1 angeordnet ist und die zweite Elektrode 2 oberhalb der  
25 Trennschicht 20 angeordnet ist. Die Trennschicht 20 liegt gemäss diesem Ausführungsbeispiel auf der ersten Elektrode 1 auf.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel die erste oder zweite Elektrode 1, 2 oder die Trennschicht 20 ein porenhaltiges Material enthalten.

Insbesondere können der erste oder zweite Ableiter 40, 50 nach einem Ausführungsbeispiel zumindest teilweise ein Gehäuse ausbilden. Insbesondere können nach einem  
30 Ausführungsbeispiel der erste oder zweite Ableiter zumindest teilweise ein Kühlelement ausbilden.

Insbesondere kann nach einem Ausführungsbeispiel auf der ersten Druckauflage 3 oder der zweiten Druckauflage 13 oder der dritten Druckauflage 33 eine Mehrzahl von entsprechenden ersten oder zweiten Elektroden 1, 2 oder Trennschichten 20 für eine Mehrzahl von Zellen 8 nebeneinander angeordnet werden.

5 Ein Verfahren zur Herstellung eines Energiespeichers 5 wird nachfolgend beschrieben. Der Energiespeicher 5 umfasst eine Zelle 8, oder eine Mehrzahl von Zellen 8, wobei die Zelle 8 einen ersten Ableiter 40, eine erste Elektrode 1, eine zweite Elektrode 2, einen zweiten  
10 Ableiter 50 und eine Trennschicht 20 enthält, wobei die Trennschicht 20 zwischen der ersten Elektrode 1 und der zweiten Elektrode 2 angeordnet ist, wobei der erste Ableiter 40 auf einer der Trennschicht 20 gegenüberliegenden Seite der ersten Elektrode 1 angeordnet ist, wobei  
der zweite Ableiter 50 auf einer der Trennschicht 20 gegenüberliegenden Seite der zweiten Elektrode 2 angeordnet ist, wobei die erste Elektrode 1 mittels einer ersten  
Siebdruckvorrichtung 41 hergestellt wird und die zweite Elektrode 2 mittels einer zweiten  
Siebdruckvorrichtung 42 hergestellt wird.

15 Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die erste Siebdruckvorrichtung 41 eine erste Druckauflage 3 und ein erstes Drucksieb 4 umfassen, welches einen ersten Rahmen 6 aufweist, der eine erste Gitterstruktur 21 zur Aufnahme einer ersten Paste 11 enthält, wobei  
die erste Paste mit einer ersten Auftragungsvorrichtung 19 auf die erste Gitterstruktur 21  
20 aufgetragen werden kann. Gegebenenfalls kann mittels einer zur ersten Siebdruckvorrichtung 41 gehörigen ersten Verteilvorrichtung 7 die erste Paste 11 auf der  
ersten Gitterstruktur 21 verteilt werden, wobei die erste Gitterstruktur 21 Ausnehmungen  
oder Öffnungen aufweist, welche mit der ersten Paste 11 befüllt werden. Die erste Paste 11  
wird insbesondere mittels eines ersten Extraktionselements 18 aus den Öffnungen oder  
Ausnehmungen der ersten Gitterstruktur 21 entfernt und auf der ersten Druckauflage 3  
25 aufgebracht, wobei die Gitterstruktur 21 nach Extraktion der ersten Paste 11 mit dem ersten  
Rahmen 6 von der Paste 11 getrennt wird und die erste Paste 11 auf der ersten  
Druckauflage 3 verbleibt.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die erste Elektrode 1 durch Trocknung der ersten Paste 11 in einer ersten Trocknungseinheit 15 erhalten werden.

30 Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die zweite Siebdruckvorrichtung 42 eine zweite Druckauflage 13 und ein zweites Drucksieb 14 umfassen, welches einen zweiten Rahmen 16 aufweist, der eine zweite Gitterstruktur 22 zur Aufnahme einer zweiten Paste 12 enthält,



wobei die zweite Paste 12 mit einer zweiten Auftragungsvorrichtung 29 auf die zweite Gitterstruktur 22 aufgetragen werden kann, wobei gegebenenfalls mittels einer zur zweiten Siebvorrichtung 42 gehörigen zweiten Verteilvorrichtung 17 die zweite Paste 12 auf der zweiten Gitterstruktur 22 verteilt wird, wobei die zweite Gitterstruktur 22 Ausnehmungen oder Öffnungen aufweist, welche mit der zweiten Paste 12 befüllt werden. Die zweite Paste 12 kann mittels eines zweiten Extraktionselements 28 aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der zweiten Gitterstruktur 22 entfernt werden und auf die zweite Druckauflage 13 aufgebracht werden. Die zweite Gitterstruktur 22 kann nach Extraktion der zweiten Paste 12 mit dem zweiten Rahmen 16 von der zweiten Paste 12 getrennt werden und die zweite Paste 12 verbleibt auf der zweiten Druckauflage 13.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die zweite Elektrode 2 durch Trocknung der zweiten Paste 12 in einer zweiten Trocknungseinheit 25 erhalten werden. Insbesondere kann sich die erste Paste 11 von der zweiten Paste 12 unterscheiden.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die Trennschicht 20 mittels einer dritten Siebdruckvorrichtung 43 hergestellt werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die dritte Siebdruckvorrichtung 43 eine dritte Druckauflage 33 und ein drittes Drucksieb 34 umfassen, welches einen dritten Rahmen 36 aufweist, der eine dritte Gitterstruktur 31 zur Aufnahme einer dritten Paste 32 enthält, wobei zumindest die dritte Gitterstruktur 31 mit der dritten Paste 32 befüllt wird, um die Trennschicht 20 auszubilden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die dritte Paste 32 mittels einer dritten Auftragungsvorrichtung 39 auf die dritte Gitterstruktur 31 aufgetragen werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann mittels der zur dritten Siebdruckvorrichtung 43 gehörigen dritten Verteilvorrichtung 37 die dritte Paste 32 auf der dritten Gitterstruktur 31 verteilt werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die dritte Gitterstruktur 31 Ausnehmungen oder Öffnungen aufweisen, welche mit der dritten Paste 32 befüllt werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die dritte Paste 32 mittels eines dritten Extraktionselements 38 aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der dritten Gitterstruktur 31 entfernt werden und auf die dritte Druckauflage 33 aufgebracht werden. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann die dritte Gitterstruktur 31 nach Extraktion der dritten Paste 32 mit dem dritten Rahmen 36 von der dritten Paste 32 getrennt werden und die dritte Paste 32 auf der dritten Druckauflage 33 verbleiben.

## Beispiel

Eine Lithium-Ionen Zelle mit dem nachfolgenden Aufbau wurde zur Bestimmung der Energiedichte verwendet. Die Zelle besteht aus einem negativen Ableiter aus Kupfer, einer darauf befindlichen Anodenschicht, einer Trennschicht, einer auf der Trennschicht angeordneten Kathodenschicht und einer auf der Kathodenschicht angeordneten Aluminiumschicht. Der Ableiter aus Kupfer weist eine Dicke von 20  $\mu\text{m}$  auf. Die Anodenschicht besteht aus 85 Gew% aktiver Masse, 5% Bindematerial und 10% eines leitfähigen Additivs. Die Porosität der Anodenschicht beträgt 30%. Die aktive Masse besteht aus Graphit. Das Bindematerial besteht aus PVDF. Das leitfähige Additiv besteht aus leitfähigem Russ vom Typ Super C65 mit einer BET Oberfläche von 62  $\text{m}^2/\text{g}$ , einem Aschengehalt von maximal 0.01% und einem Eisengehalt von maximal 2ppm.

Die Trennschicht weist eine Dicke von 38  $\mu\text{m}$  auf. Die Trennschicht enthält einen Elektrolyten, der aus 1 Mol  $\text{LiPF}_6$  und einer 1:1 Mischung von Ethylencarbonat/Diethylcarbonat besteht.

Für den Fachmann ist offensichtlich, dass viele weitere Varianten zusätzlich zu den beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich sind, ohne vom erfinderischen Konzept abzuweichen. Der Gegenstand der Erfindung wird somit durch die vorangehende Beschreibung nicht eingeschränkt und ist durch den Schutzbereich bestimmt, der durch die Ansprüche festgelegt ist. Für die Interpretation der Ansprüche oder der Beschreibung ist die breiteste mögliche Lesart der Ansprüche massgeblich. Insbesondere sollen die Begriffe „enthalten“ oder „beinhalten“ derart interpretiert werden, dass sie sich auf Elemente, Komponenten oder Schritte in einer nicht-ausschliesslichen Bedeutung beziehen, wodurch angedeutet werden soll, dass die Elemente, Komponenten oder Schritte vorhanden sein können oder genutzt werden können, dass sie mit anderen Elementen, Komponenten oder Schritten kombiniert werden können, die nicht explizit erwähnt sind. Wenn die Ansprüche sich auf ein Element oder eine Komponente aus einer Gruppe beziehen, die aus A, B, C bis N Elementen oder Komponenten bestehen kann, soll diese Formulierung derart interpretiert werden, dass nur ein einziges Element dieser Gruppe erforderlich ist, und nicht eine Kombination von A und N, B und N oder irgendeiner anderen Kombination von zwei oder mehr Elementen oder Komponenten dieser Gruppe.

## Ansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Herstellung eines Energiespeichers (5) umfassend eine Mehrzahl von Modulen, wobei die Module ein erstes Elektrodenmodul, ein zweites  
5 Elektrodenmodul und ein Stapelmodul umfassen, wobei der Energiespeicher eine Zelle (8) umfasst, wobei die Zelle (8) einen ersten Ableiter (40), eine erste Elektrode (1), eine zweite Elektrode (2), einen zweiten Ableiter (50) und eine Trennschicht (20) enthält, wobei die Trennschicht zwischen der ersten Elektrode (1) und der zweiten Elektrode (2) angeordnet ist, wobei der erste Ableiter (40) auf einer der Trennschicht (20)  
10 gegenüberliegenden Seite der ersten Elektrode (1) angeordnet ist, wobei der zweite Ableiter (50) auf einer der Trennschicht (20) gegenüberliegenden Seite der zweiten Elektrode (2) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Elektrodenmodul eine erste Siebdruckvorrichtung (41) zur Herstellung der ersten Elektrode (1) und das zweite Elektrodenmodul eine zweite Siebdruckvorrichtung (42) zur Herstellung der  
15 zweiten Elektrode (2) umfasst.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste Siebdruckvorrichtung (41) eine erste Druckauflage (3) und ein erstes Drucksieb (4) umfasst, welches einen ersten Rahmen (6) aufweist, der eine erste Gitterstruktur (21) zur Aufnahme einer ersten Paste (11) enthält, wobei eine erste Auftragungsvorrichtung (19) zum Auftragen der ersten Paste  
20 (11) auf die erste Gitterstruktur (21) ausgebildet ist, wobei die erste Gitterstruktur (21) Ausnehmungen oder Öffnungen aufweist, welche mit der ersten Paste (11) befüllbar sind, wobei ein erstes Extraktionselement (18) zur Extraktion der ersten Paste (11) aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der ersten Gitterstruktur (21) auf die erste  
25 Druckauflage (3) vorgesehen ist, wobei die erste Gitterstruktur (21) nach Extraktion der ersten Paste (11) mit dem ersten Rahmen (6) von der ersten Paste (11) separierbar ist und die erste Paste (11) auf der ersten Druckauflage (3) verbleibt, wobei die erste Elektrode (1) durch Trocknung der ersten Paste (11) in einer ersten Trocknungseinheit (15) erhältlich ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite  
30 Siebdruckvorrichtung (42) eine zweite Druckauflage (13) und ein zweites Drucksieb (14) umfasst, welches einen zweiten Rahmen (16) aufweist, der eine zweite Gitterstruktur (22) zur Aufnahme einer zweiten Paste (12) enthält, wobei eine zweite

Auftragungsvorrichtung (29) zum Auftragen der zweiten Paste (12) auf die zweite Gitterstruktur (22) ausgebildet ist, wobei gegebenenfalls mittels einer zur zweiten Siebdruckvorrichtung (42) gehörigen zweiten Verteilvorrichtung (17) die zweite Paste (12) auf der zweiten Gitterstruktur (22) verteilt wird, wobei die zweite Gitterstruktur (22) 5 Ausnehmungen oder Öffnungen aufweist, welche mit der zweiten Paste (12) befüllbar sind, wobei ein zweites Extraktionselement (28) zur Extraktion der zweiten Paste (12) aus den Öffnungen oder Ausnehmungen der zweiten Gitterstruktur (22) auf die zweite Druckauflage (13) vorgesehen ist, wobei die zweite Gitterstruktur (22) nach Extraktion der zweiten Paste (12) mit dem Rahmen (16) von der zweiten Paste (12) separierbar ist und die zweite Paste (12) auf der zweiten Druckauflage (13) verbleibt, die zweite 10 Elektrode (2) durch Trocknung der zweiten Paste (12) in einer zweiten Trocknungseinheit (25) erhältlich sein kann.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine dritte Siebdruckvorrichtung (43) zur Herstellung der Trennschicht (20), wobei die dritte 15 Siebdruckvorrichtung eine dritte Druckauflage (33) und ein drittes Drucksieb (34) umfasst, welches einen dritten Rahmen (36) aufweist, der eine dritte Gitterstruktur (31) zur Aufnahme einer dritten Paste (32) enthält, wobei zumindest die dritte Gitterstruktur (31) mit der dritten Paste (32) befüllbar ist, um die Trennschicht (20) auszubilden, wobei eine dritte Auftragungsvorrichtung (39) die dritte Paste (32) auf die dritte 20 Gitterstruktur (31) aufgetragen wird, wobei mittels der zur dritten Siebdruckvorrichtung (43) gehörigen dritten Verteilvorrichtung (37) die dritte Paste (32) auf der dritten Gitterstruktur (31) verteilt wird, wobei die dritte Gitterstruktur (31) Ausnehmungen oder Öffnungen aufweist, welche mit der dritten Paste (32) befüllbar sind, wobei ein drittes Extraktionselement (38) zur Extraktion der dritten Paste (32) aus den Öffnungen oder 25 Ausnehmungen der dritten Gitterstruktur (31) auf die dritte Druckauflage (33) vorgesehen ist, wobei die dritte Gitterstruktur (31) nach Extraktion der dritten Paste (32) mit dem dritten Rahmen (36) von der dritten Paste (32) separierbar ist und die dritte Paste (32) auf der dritten Druckauflage (33) verbleibt, wobei die Trennschicht (20) durch Trocknung der dritten Paste (32) in einer dritten Trocknungseinheit (35) erhältlich 30 sein kann.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der ersten Elektroden (1) oder der zweiten Elektroden (2) aus mehreren Schichten besteht.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Elektrode (1) eine Dicke von 10  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 300  $\mu\text{m}$  aufweist und/oder wobei die zweite Elektrode (2) eine Dicke von 10  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 300  $\mu\text{m}$  aufweist und/oder wobei die Trennschicht (20) eine Dicke von 1  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 50  $\mu\text{m}$  aufweist und/oder wobei der erste Ableiter (40) eine Dicke von 1  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 50  $\mu\text{m}$  aufweist, und/oder wobei der zweite Ableiter (50) eine Dicke von 1  $\mu\text{m}$  bis einschliesslich 50  $\mu\text{m}$  aufweist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Energiespeicher (5) eine Mehrzahl von Zellen (8) enthält, die mindestens einen Zellstapel (9) ausbilden.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Zellstapel (9) mindestens eine erste und eine zweite Zelle (8) aufweist, wobei eine Zwischenschicht zwischen der ersten und zweiten Zelle angeordnet ist, wobei die Zwischenschicht den ersten Ableiter (40) für die erste Elektrode (1) der ersten Zelle vom zweiten Ableiter (50) für die zweite Elektrode (2) der zweiten Zelle trennt, sodass sich eine Gesamtspannung zwischen dem ersten Ableiter (40) und dem zweiten Ableiter (50) jeweils aus der Summe der Zellspannungen der ersten und zweiten Zelle ergibt.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste oder zweite Elektrode (1, 2) oder die Trennschicht (20) ein porenhaltiges Material enthält.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei auf der ersten Druckauflage (3) oder der zweiten Druckauflage (13) oder der dritten Druckauflage (33) eine Mehrzahl von entsprechenden ersten oder zweiten Elektroden (1, 2) oder Trennschichten (20) für eine Mehrzahl von Zellen (8) nebeneinander angeordnet werden.

25

### Zusammenfassung

Eine Vorrichtung (10) zur Herstellung eines Energiespeichers (5) umfasst eine Mehrzahl von Modulen, wobei die Module ein erstes Elektrodenmodul, ein zweites Elektrodenmodul und ein Stapelmodul umfassen. Der Energiespeicher umfasst eine Zelle (8), wobei die Zelle (8) einen ersten Ableiter (40), eine erste Elektrode (1), eine zweite Elektrode (2), einen zweiten Ableiter (50) und eine Trennschicht (20) enthält, wobei die Trennschicht zwischen der ersten Elektrode (1) und der zweiten Elektrode (2) angeordnet ist, wobei der erste Ableiter (40) auf einer der Trennschicht (20) gegenüberliegenden Seite der ersten Elektrode (1) angeordnet ist, wobei der zweite Ableiter (50) auf einer der Trennschicht (20) gegenüberliegenden Seite der zweiten Elektrode (2) angeordnet ist. Das erste Elektrodenmodul umfasst eine erste Siebdruckvorrichtung (41) zur Herstellung der ersten Elektrode (1) und das zweite Elektrodenmodul umfasst eine zweite Siebdruckvorrichtung (42) zur Herstellung der zweiten Elektrode (2).

15

(Fig. 6)

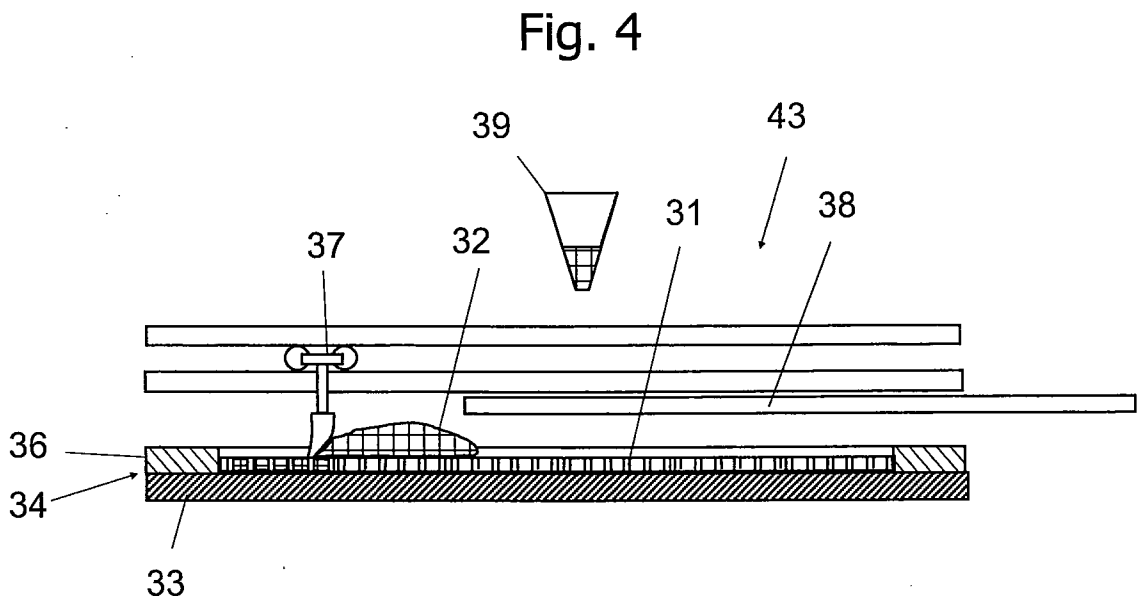
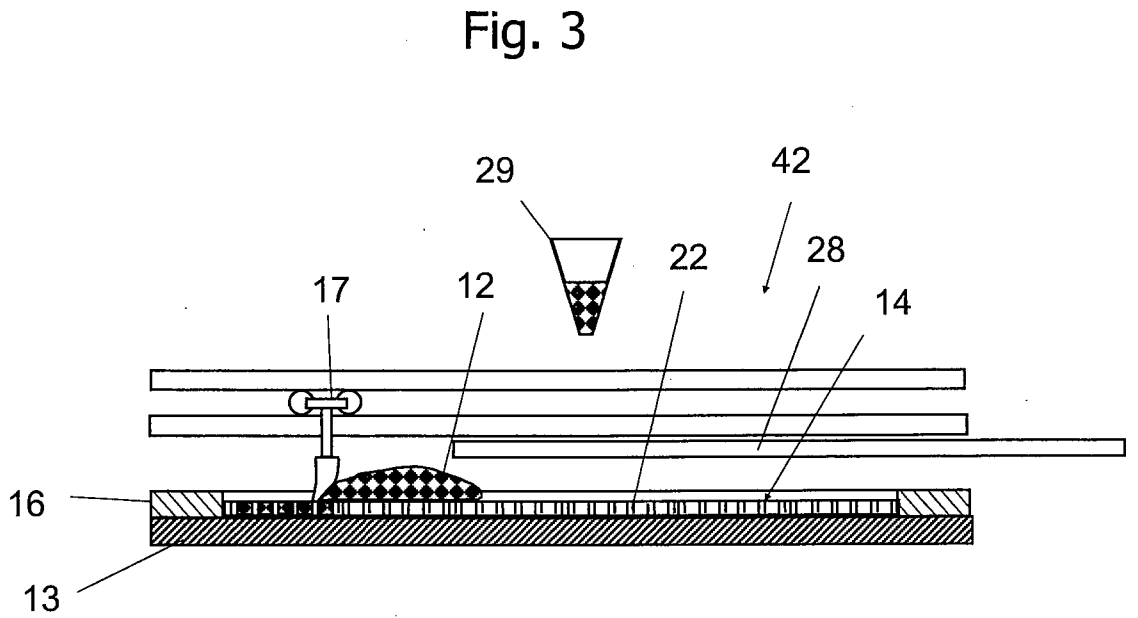
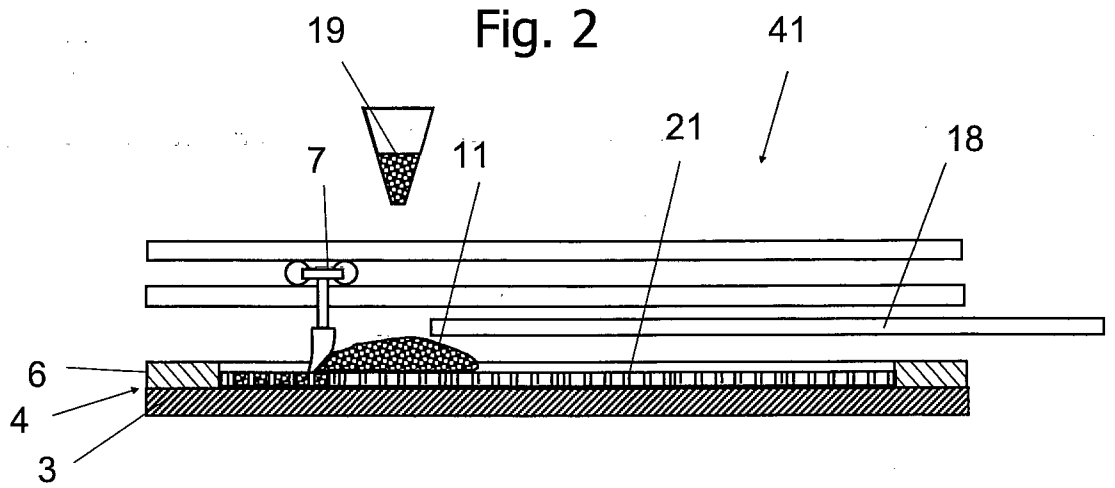


Fig. 1

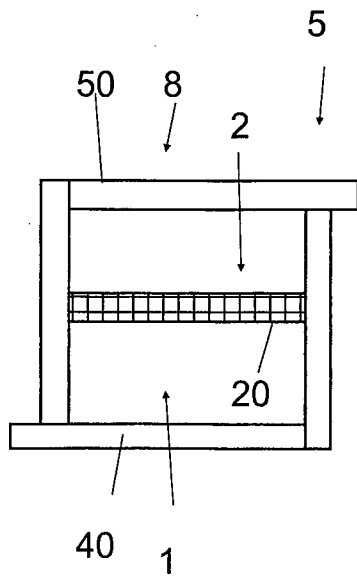


Fig. 5

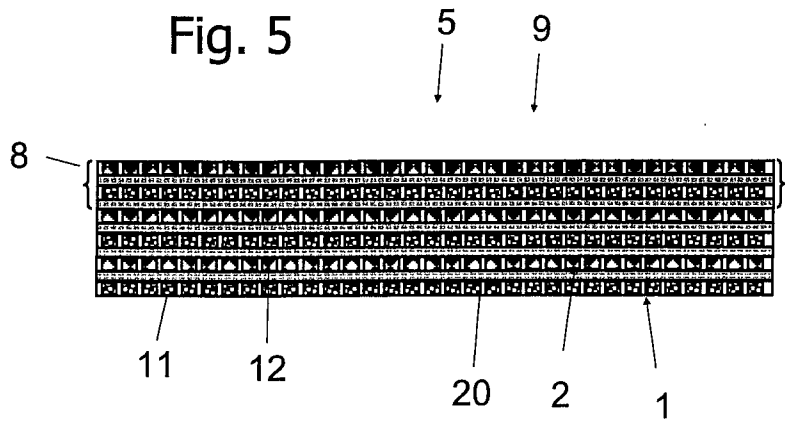


Fig. 6

