



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 100 536.7**

(22) Anmeldetag: **11.01.2023**

(43) Offenlegungstag: **11.07.2024**

(51) Int Cl.: **H01M 10/04 (2006.01)**

B65H 16/00 (2006.01)

B65H 35/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Dr. Zill Life Science Automation GmbH, 70569
Stuttgart, DE**

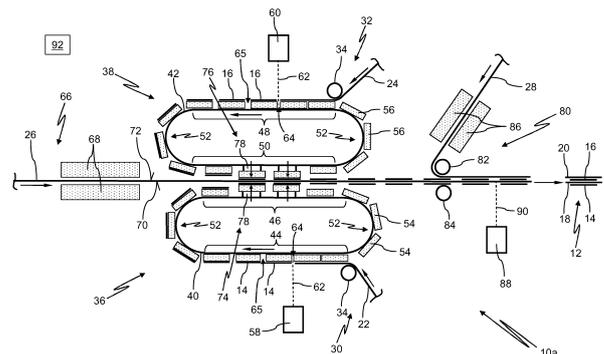
(72) Erfinder:
Zill, Tobias, Dr., 70569 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
**Kohler Schmid Möbus Patentanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB, 70563 Stuttgart,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Elektrodenstapeln für Energiespeicher**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur Herstellung von Elektrodenstapeln (Batteriezellen) für Energiespeicher (Batterien). Elektrodenbahnen werden von Werkstückträgern zweier Transportsysteme aufgenommen. Während sich die Werkstückträger geradlinig bewegen, werden die Elektrodenbahnen zertrennt, sodass einzelne Elektroden erhalten werden. Eine Separatorbahn wird zwischen den Transportsystemen durchgeführt. Die Elektroden werden gegen die Separatorbahn gepresst, sodass sich unmittelbar beim Anpressen stoffschlüssige Verbindungen der Elektroden mit der Separatorbahn ausbilden. Das Anpressen kann mittels der Werkstückträger selbst erfolgen, während diese sich geradlinig mit der Separatorbahn mitbewegen. Alternativ können die Elektroden von den Werkstückträgern an Rollen übergeben werden, welche die Elektroden sodann gegen die Separatorbahn pressen.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Elektrodenstapeln für Energiespeicher, wobei die Elektrodenstapel jeweils eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode sowie einen zwischen den Elektroden angeordneten Separator aufweisen.

[0002] Solche Verfahren und Vorrichtungen sind grundsätzlich bekannt.

[0003] Wiederaufladbare Batterien oder Akkumulatoren - im Folgenden vereinfacht Batterie(n) genannt - sind Energiespeicher, die insbesondere zwei gegensätzliche Elektroden (Anode und Kathode) und einen dazwischen platzierten Separator aufweisen. Prinzipiell kann dieser Verbund durch runde oder ovale Wickelung, oder durch flache Stapelung der einzelnen Bestandteile erzielt werden, wobei die flache Stapelung die größere Energiedichte aufweist und daher für die Erfindung bevorzugt ist. Sowohl die Elektroden als auch der Separator liegen üblicherweise zunächst als aufgewickelte Bahnware vor und müssen zur weiteren Verarbeitung abgespult werden. Sodann werden die Elektroden einzeln aus der Bahnware herausgetrennt und flach mit dazwischen liegendem Separator aufeinandergestapelt. Der Stapel besteht im Wesentlichen aus einer Anode und einer Kathode mit einem dazwischenliegenden Separator und häufig einem abschließenden Separator. Normalerweise ist der Separator etwas größer als die spannungserzeugenden Flächen der Elektroden, und verhindert somit einen Kurzschluss zwischen den Elektroden. Um den Verbund aus Anode, Kathode und Separatoren - nachfolgend Elektrodenstapel oder Batteriezelle(n) genannt - leistungsfähiger zu machen, werden mehrere Batteriezellen übereinandergestapelt, und die jeweiligen Stromableiter von Kathode und Anode miteinander verschweißt, sodass ein stabiler Gesamtverbund aus mehreren Batteriezellen mit Plus- und Minuspol entsteht. Insbesondere die Stapelgenauigkeit der Elektroden beeinflusst wesentlich die Leistungsfähigkeit der Batteriezelle.

[0004] DE 10 2017 216 213 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Elektrodenstapels für eine Batteriezelle mit den nachfolgenden Verfahrensschritten. Gemäß einem Verfahrensschritt a) erfolgt eine Zuführung eines ersten Separators in Bandform auf eine Transportvorrichtung oder ein lineares Fördersystem und ein Aufbringen eines Abschnittes einer ersten Elektrode (Anode). Danach erfolgt in einem Schritt b) ein Überdecken des ersten Separators in Bandform und des Abschnittes der ersten Elektrode mit einem zweiten bandförmigen Separator. Anschließend erfolgt gemäß Verfahrensschritt

c) ein Schnitt des gemäß der Verfahrensschritte a) und b) geschichteten Materials durch einen Laser oder eine Schneidvorrichtung zwischen jeweils zwei Werkstückträgern des linearen Fördersystems. Danach erfolgt gemäß Verfahrensschritt d) die Aufbringung eines Abschnittes eines zweiten bandförmigen Materials für die zweite Elektrode und Bildung eines vierlagigen Elektrodenstapels auf jeweils einem Werkstückträger. Danach erfolgt gemäß Verfahrensschritt e) der Übergang einer kontinuierlichen Bewegung des jeweils einen Elektrodenstapel aufnehmenden Werkstückträgers in eine getaktete Bewegung und gemäß Verfahrensschritt f) eine Ablage des durch Vakuum oder Greifer am Werkstückträger fixierten Elektrodenstapels auf eine Stapelvorrichtung.

[0005] Aus DE 10 2017 216 133 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren bekannt, wobei auf den Umfang einer rotativ angetriebenen Walze, die aus einer Vielzahl von starren Segmenten besteht, eine Elektrodenbahn zugeführt wird, dort mit Laser zu Elektrodenstücken geschnitten wird, und die Stücke solange über Unterdruck an den starren Segmenten der Walze fixiert bleiben, bis diese auf eine Separatorbahn abgelegt werden. Der Verbund aus Separatorbahn mit darauf platzierter Elektrode wird mit einer zweiten Separatorbahn überdeckt. Der dreilagige Verbund wird in Stücke geschnitten und die dadurch erhaltenen dreilagigen Stapel werden auf voneinander getrennten Schlitten oder Tischen eines linearen Fördersystems fixiert. Mittels einer zweiten Walze, die gleich arbeitet wie die zuvor beschriebene Walze wird eine Gegenelektrode auf den Stapeln platziert.

[0006] Gemäß DE 10 2017 215 905 A1 werden über mehrere nacheinander angeordnete, rotativ arbeitende Schneidsysteme Elektroden und Separatoren aus Bahnen zu Stückgut ausgeschnitten. Ein Transportsystem nimmt jeweils beim Durchfahren der Schneidsysteme die Stückgüter nacheinander auf, sodass eine Stapelung bzw. Batteriezelle erzeugt wird.

[0007] Die US 9,385,395 B2 zeigt ein rotativ arbeitendes Transportsystem in Form einer Walze, auf der als erstes ein Separator als Bahnware aufgebracht wird, danach eine ausgeschnittene Elektrode platziert wird, diese wiederum mit einer Separatorbahn bedeckt wird, sodann eine Gegenelektrode auf dem gesamten Verbund platziert und dieser unter Wärme- und Druckeinwirkung zusammenlaminiert wird. Um die Position der einzelnen Bestandteile während des Transportes auf der Walze bis zu der Laminierung zu gewährleisten, sind mehrere Greifer angebracht, welche den Verbund geklemmt halten.

Aufgabe der Erfindung

[0008] Es ist eine Aufgabe der Erfindung ein rationelles und präzises Herstellen von Elektrodenstapeln für Energiespeicher zu ermöglichen. Insbesondere sollen erste und zweite Elektroden besonders genau zueinander auf unterschiedlichen Seiten des Separators befestigt werden.

Beschreibung der Erfindung

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Vorrichtung mit den in Anspruch 17 angegebenen Merkmalen. Die jeweiligen Unteransprüche und die Beschreibung geben vorteilhafte Varianten bzw. Ausführungsformen an.

Erfindungsgemäßes Herstellverfahren

[0010] Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Herstellen von Elektrodenstapeln für Energiespeicher vorgesehen. Die Elektrodenstapel weisen jeweils eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode sowie einen zwischen den Elektroden angeordneten Separator auf. Das Verfahren wird vorzugsweise mit einer unten beschriebenen, erfindungsgemäßen Herstellvorrichtung durchgeführt. Das Verfahren umfasst die Schritte:

A1) Zuführen einer ersten Elektrodenbahn zu einem ersten Transportsystem mit einer Mehrzahl von ersten Werkstückträgern, die entlang einer ersten Transportbahn mit zwei einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitten bewegbar sind, und Aufnehmen der ersten Elektrodenbahn an den ersten Werkstückträgern;

A2) Zuführen einer zweiten Elektrodenbahn zu einem zweiten Transportsystem mit einer Mehrzahl von zweiten Werkstückträgern, die entlang einer zweiten Transportbahn mit zwei einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitten bewegbar sind, und Aufnehmen der zweiten Elektrodenbahn an den zweiten Werkstückträgern;

B1) Zertrennen der an den ersten Werkstückträgern gehaltenen ersten Elektrodenbahn zwischen den ersten Werkstückträgern in einem der geradlinigen Bahnabschnitte des ersten Transportsystems, sodass einzelne jeweils an einem der ersten Werkstückträger gehaltene erste Elektroden erhalten werden;

B2) Zertrennen der an den zweiten Werkstückträgern gehaltenen zweiten Elektrodenbahn zwischen den zweiten Werkstückträgern in einem der geradlinigen Bahnabschnitte des zweiten Transportsystems, sodass einzelne jeweils an

einem der zweiten Werkstückträger gehaltene zweite Elektroden erhalten werden;

C) Zuführen einer Separatorbahn zwischen einander zugewandte geradlinige Bahnabschnitte der beiden Transportsysteme;

D1) Anpressen der ersten Elektroden an eine erste Seite der Separatorbahn im Bereich des ersten Transportsystems, sodass die ersten Elektroden stoffschlüssig mit der Separatorbahn verbunden werden;

D2) Anpressen der zweiten Elektroden an eine zweite Seite der Separatorbahn im Bereich des zweiten Transportsystems, sodass die zweiten Elektroden stoffschlüssig mit der Separatorbahn verbunden werden.

[0011] Das Verfahren wird typischerweise kontinuierlich durchgeführt. Bei der kontinuierlichen Arbeitsweise werden die Verfahrensschritte fortlaufend und zeitgleich an unterschiedlichen Stellen der Elektrodenbahnen bzw. der Separatorbahn durchgeführt.

[0012] In den Schritten A1) und A2) werden zwei Elektrodenbahnen einem jeweils zugeordneten Transportsystem zugeführt. Aus den Elektrodenbahnen werden im Laufe des Verfahrens die Anoden bzw. Katoden der Elektrodenstapel bzw. Batteriezellen herausgetrennt. Die Elektrodenbahnen werden jeweils von Werkstückträgern der Transportsysteme aufgenommen. Die Werkstückträger können die Elektrodenbahnen durch einen Unterdruck ansaugen. Mit anderen Worten kann ein Vakuum an den Werkstückträgern erzeugt werden, um die Elektrodenbahnen an den Werkstückträgern zu fixieren. Die Werkstückträger können elektromagnetisch angetrieben sein, um sie entlang der Transportbahnen zu bewegen.

[0013] Die beiden geradlinigen Bahnabschnitte des ersten und zweiten Transportsystems verlaufen typischerweise jeweils parallel zueinander. Insgesamt sind die Transportbahnen vorzugsweise ovalförmig. Die Transportsysteme können jeweils auch als ein Ovalläufer bezeichnet werden. Es kann alternativ vorgesehen sein, dass die beiden geradlinigen Bahnabschnitte des ersten und/oder des zweiten Transportsystems gegeneinander geneigt verlaufen; mit anderen Worten können die einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitte schräg zueinander verlaufen.

[0014] In den Schritten B1) und B2) werden einzelne Elektroden gefertigt, indem die Elektrodenbahnen zertrennt werden. Während des Zertrennens bewegen sich die Elektrodenbahnen und die Werkstückträger typischerweise entlang der Transportbahnen. Dies erhöht die Ausbringungsleistung des Verfahrens.

[0015] Das Zerteilen der Elektrodenbahnen erfolgt vorzugsweise durch Laserschneiden. Das Zertrennen erfolgt in den geradlinigen Bahnabschnitten der Transportsysteme. Dies vereinfacht die Durchführung des Schneidvorgangs. Insbesondere ist das Fokussieren eines Laserstrahls auf die Elektrodenbahnen in den geradlinigen Bahnabschnitten zuverlässiger möglich als in gekrümmten Bahnabschnitten.

[0016] Die Elektrodenbahnen werden jeweils zwischen zwei benachbarten Werkstückträgern durchgeschnitten. Die Werkstückträger weisen hierzu einen gewissen Abstand, von typischerweise wenigen Zehntel Millimetern, voneinander auf.

[0017] Die beiden Transportsysteme sind derart angeordnet, dass zwei der geradlinigen Bahnabschnitte (je einer pro Transportsystem) einander zuweisen. Die einander zuweisenden Bahnabschnitte können in Durchlaufrichtung gegeneinander versetzt oder - vorzugsweise - deckungsgleich miteinander ausgerichtet sein. Die einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte der beiden Transportsysteme verlaufen in der Regel parallel zueinander.

[0018] Im Schritt C) wird eine Separatorbahn zwischen die einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte zugeführt. Aus der Separatorbahn können im weiteren Verlauf einzelne Separatoren herausgetrennt werden.

[0019] In den Schritten D1) und D2) werden die Elektroden im Bereich des ersten bzw. zweiten Transportsystems stoffschlüssig mit der Separatorbahn verbunden, indem die Elektroden gegen die Separatorbahn gepresst werden. Dabei werden je eine erste und eine zweite Elektrode deckungsgleich an der Separatorbahn befestigt. Die stoffschlüssige Verbindung wird jeweils unmittelbar beim Anpressen im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte der Transportsysteme hergestellt. Dadurch können die Elektroden besonders präzise an der Separatorbahn befestigt werden. Zudem wird der apparative Aufwand zur Durchführung des Verfahrens vergleichsweise klein gehalten.

[0020] Die Separatorbahn kann mit einer (beidseitigen) Beschichtung versehen sein, welche, insbesondere bei Erwärmung, eine stoffschlüssige Verbindung der Elektroden mit der Separatorbahn ermöglicht (Schweißen, Laminieren). Alternativ kann (auf beiden Seiten) eine, vorzugsweise flüssige, Klebstoffschicht auf die Separatorbahn aufgebracht werden, um die Elektroden mit der Separatorbahn zu verkleben. Es ist auch denkbar, dass die Separatorbahn aus einem Material besteht, welches unmittelbar die stoffschlüssige Verbindung mit den Elektroden ermöglicht.

[0021] Die hergestellten Elektrodenstapel können grundsätzlich in allen Arten von elektrochemischen Energiespeichern, beispielsweise Lithium-Ionen-Batterien oder Feststoffbatterien, verwendet werden. Die Materialien der Elektrodenbahnen und der Separatorbahn werden entsprechend des jeweiligen Einsatzzwecks gewählt.

[0022] Vorzugsweise werden Paare von deckungsgleich mit der Separatorbahn zu verbindender erster und zweiter Elektroden jeweils zugleich gegen die Separatorbahn gepresst werden. Auf zusätzliche Maßnahmen zum Abstützen der Separatorbahn beim Anpressen der Elektroden kann dann verzichtet werden. Zudem kann derart eine besonders präzise Positionierung der beiden gegenüberliegenden Elektroden relativ zueinander erreicht werden.

[0023] Alternativ kann vorgesehen sein, dass zunächst je eine erste Elektrode mit der Separatorbahn verbunden wird und sodann je eine zugeordnete zweite Elektrode deckungsgleich mit der ersten Elektrode mit der Separatorbahn verbunden wird. Dies kann Vorteile im Hinblick auf das Layout einer Herstellvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens haben.

[0024] Bei einer vorteilhaften Verfahrensvariante ist vorgesehen, dass nach dem Zertrennen der ersten Elektrodenbahn beim Weiterbewegen ein Abstand zwischen den ersten Werkstückträgern vergrößert wird, und dass nach dem Zertrennen der zweiten Elektrodenbahn beim Weiterbewegen ein Abstand zwischen den zweiten Werkstückträgern vergrößert wird. Dieser vergrößerte Abstand entspricht demjenigen Abstand, in welchem die Elektroden an der Separatorbahn befestigt werden. Die Übergabe der Elektroden von den Werkstückträgern auf die Separatorbahn wird dadurch vereinfacht. Der Vergrößerte Abstand ist so gewählt, dass die Separatorbahn ohne Beschädigung der Elektroden zertrennt werden kann. Die Abstände zwischen benachbarten Werkstückträgern können insbesondere um einen Faktor von 3 bis 10, beispielsweise auf ca. 1 mm, vergrößert werden.

[0025] Bei einer alternativen, ebenfalls vorteilhaften Verfahrensvariante ist vorgesehen, dass nach dem Zertrennen der ersten Elektrodenbahn beim Weiterbewegen ein Abstand zwischen den ersten Werkstückträgern beibehalten wird, und dass nach dem Zertrennen der zweiten Elektrodenbahn beim Weiterbewegen ein Abstand zwischen den zweiten Werkstückträgern beibehalten wird. Dies kann den konstruktiven Aufbau und die Ansteuerung der Transportsysteme vereinfachen. Insbesondere können die einzelnen Werkstückträger eines jeweiligen Transportsystems mechanisch miteinander gekoppelt sein. Bei dieser Variante wird der Abstand zwischen den Elektroden typischerweise bei der Über-

gabe von den Werkstückträgern an die Separatorbahn vergrößert.

[0026] Es kann vorgesehen sein, dass die ersten und zweiten Werkstückträger jeweils im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte eine Hubbewegung ausführen, um die ersten und zweiten Elektroden an die Separatorbahn zu pressen. Bei dieser Variante werden die Elektroden unmittelbar von den Werkstückträgern an die Separatorbahn übergeben. Die Hubbewegung erfolgt typischerweise senkrecht zu den geradlinigen Bahnabschnitten und der Separatorbahn. Die Hubbewegung kann kraftgesteuert erfolgen, beispielsweise pneumatisch oder elektromagnetisch. Alternativ kann die Hubbewegung zwangsgesteuert (lagegesteuert) erfolgen, beispielsweise über einen Nockenantrieb oder einen Kurbeltrieb.

[0027] Alternativ kann vorgesehen sein, dass im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte eine erste Rolle die ersten Elektroden von den ersten Werkstückträgern übernimmt und gegen die erste Seite der Separatorbahn presst und eine zweite Rolle die zweiten Elektroden von den zweiten Werkstückträgern übernimmt und gegen die zweite Seite der Separatorbahn presst. Bei Verwendung der Rollen zur Übergabe der Elektroden auf die Separatorbahn können die Werkstückträger vergleichsweise einfach aufgebaut werden. Da eine Vielzahl von Werkstückträgern aber nur zwei Rollen benötigt werden, kann dies insgesamt den apparativen Aufwand zur Durchführung des Verfahrens verringern.

[0028] Die Rollen können die Elektrodenbahnen durch einen Unterdruck ansaugen. Mit anderen Worten kann ein Vakuum an den Rollen erzeugt werden, um die Elektroden an den Rollen zu fixieren.

[0029] Die beiden Rollen können einander bezüglich der Separatorbahn gegenüberliegend angeordnet sein. Mit anderen Worten sind die beiden Rollen in Erstreckungsrichtung bzw. Durchlaufrichtung der Separatorbahn auf gleicher Höhe angeordnet. Auf zusätzliche Mittel zum Abstützen der Separatorbahn bei den Rollen kann dann verzichtet werden.

[0030] Die beiden Rollen können jeweils gegen die Separatorbahn vorgespannt sein. Insbesondere können gegenüberliegend angeordnete Rollen gegeneinander vorgespannt sein. Die Vorspannung der Rollen stellt die zum Anpressen der Elektroden an die Separatorbahn erforderliche Kraft bereit.

[0031] Die Rollen können jeweils mehrere relativ zu einem Grundkörper der jeweiligen Rolle bewegliche Trägersegmente aufweisen, welche die Elektroden von den Werkstückträgern übernehmen und gegen die Separatorbahn pressen. Die beweglichen Träger-

segmente ermöglichen es, einer Drehung der Rollen eine zusätzliche Bewegung zu überlagern. Derart wird die Flexibilität bei der Übergabe der Elektroden an die Separatorbahn erhöht. Dies ermöglicht insbesondere eine Verfahrensführung, bei der die Abstände der Werkstückträger der Transportsysteme konstant bleiben.

[0032] Bei einer ersten Variante wird zwischen dem Übernehmen einer der Elektroden von einem der Werkzeugträger und dem Anpressen der jeweiligen Elektrode gegen die Separatorbahn ein Abstand des jeweiligen Trägersegments von dem jeweils nachfolgenden Trägersegment vergrößert. Die Trägersegmente werden hierzu unabhängig voneinander in Umfangsrichtung der Rolle gegenüber dem Grundkörper bewegt.

[0033] Bei einer zweiten Variante ist vorgesehen, dass die Trägersegmente jeweils eine Hubbewegung ausführen, um die Elektroden gegen die Separatorbahn zu pressen. Die Hubbewegung erfolgt in radialer Richtung der jeweiligen Rolle. Durch den radialen Hub werden die Abstände zwischen aufeinanderfolgenden Elektroden vergrößert. Die Hubbewegung kann zugleich die erforderliche Anpresskraft bereitstellen.

[0034] Die Separatorbahn kann vor dem Zuführen zwischen die beiden Transportsysteme erwärmt werden. Insbesondere kann eine Oberfläche oder Beschichtung der Separatorbahn in einen plastischen („klebrigen“) Zustand überführt werden.

[0035] Alternativ oder zusätzlich können die Elektroden vor dem Anpressen an die Separatorbahn erwärmt werden. Die Wärme der Elektroden geht beim Anpressen auf die Separatorbahn über, sodass deren Oberfläche oder Beschichtung eine stoffschlüssige Verbindung mit den Elektroden eingehen kann. Zum Erwärmen der Elektroden können die Werkstückträger der Transportsysteme und/oder die Rollen, insbesondere deren Trägersegmente, beheizt werden.

[0036] Es kann vorgesehen sein, dass eine weitere Separatorbahn mit den ersten oder zweiten Elektroden stoffschlüssig verbunden wird, insbesondere wobei die weitere Separatorbahn vor dem Verbinden erwärmt wird. Die weitere Separatorbahn ermöglicht es, mehrere Elektrodenstapel bzw. Batteriezellen in einer Batterie unmittelbar aneinander anzuordnen, wobei jeweils eine Elektrode eines Elektrodenstapels an dem weiteren Separator eines benachbarten Elektrodenstapels zur Anlage kommt. Die weitere Separatorbahn kann von einer Walze gegen die ersten oder zweiten Elektroden gepresst werden. Vorzugsweise wird dabei die (erste) Separatorbahn mit den Elektroden an einer weiteren Walze abgestützt.

[0037] Vorzugsweise werden die Separatorbahn - und sofern vorhanden die weitere Separatorbahn - zwischen den Elektroden zertrennt. Die separaten Elektrodenstapel können in einer Batterie flexibel angeordnet werden. Insbesondere können mehrere Elektrodenstapel auf einander gestapelt werden.

Erfindungsgemäße Herstellvorrichtung

[0038] In den Rahmen der vorliegenden Erfindung fällt auch eine Vorrichtung zum Herstellen von Elektrodenstapeln für Energiespeicher. Die herzustellenden Elektrodenstapel weisen jeweils eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode sowie einen zwischen den Elektroden angeordneten Separator auf. Die erfindungsgemäße Herstellvorrichtung ermöglicht die Durchführung des oben beschriebenen, erfindungsgemäßen Herstellverfahrens. Insbesondere kann die Vorrichtung eine Steuereinrichtung aufweisen, um die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Herstellverfahrens anzusteuern.

[0039] Die Vorrichtung weist folgendes auf:

- ein erstes Transportsystem mit einer Mehrzahl von ersten Werkstückträgern, die entlang einer ersten Transportbahn mit zwei einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitten bewegbar sind;
- ein zweites Transportsystem mit einer Mehrzahl von zweiten Werkstückträgern, die entlang einer zweiten Transportbahn mit zwei einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitten bewegbar sind;
- eine erste Zuführeinrichtung zum Zuführen einer ersten Elektrodenbahn zu dem ersten Transportsystem;
- eine erste Trenneinrichtung zum Zertrennen der an den ersten Werkstückträgern gehaltenen ersten Elektrodenbahn zwischen den ersten Werkstückträgern in einem der geradlinigen Bahnabschnitte des ersten Transportsystems, sodass einzelne jeweils an einem der ersten Werkstückträger gehaltene erste Elektroden erhalten werden;
- eine zweite Zuführeinrichtung zum Zuführen einer zweiten Elektrodenbahn zu dem zweiten Transportsystem;
- eine zweite Trenneinrichtung zum Zertrennen der an den zweiten Werkstückträgern gehaltenen zweiten Elektrodenbahn zwischen den zweiten Werkstückträgern in einem der geradlinigen Bahnabschnitte des zweiten Transportsystems, sodass einzelne jeweils an einem der zweiten Werkstückträger gehaltene zweite Elektroden erhalten werden;

- eine dritte Zuführeinrichtung zum Zuführen einer Separatorbahn zwischen einander zugewandte geradlinige Bahnabschnitte der beiden Transportsysteme;

- wenigstens eine erste Anpresseinrichtung zum Anpressen der ersten Elektroden an eine erste Seite der Separatorbahn, sodass die ersten Elektroden stoffschlüssig mit der Separatorbahn verbunden werden;

- wenigstens eine zweite Anpresseinrichtung zum Anpressen der zweiten Elektroden an eine zweite Seite der Separatorbahn, sodass die zweiten Elektroden stoffschlüssig mit der Separatorbahn verbunden werden.

[0040] Die Transportsysteme ermöglichen es, die Elektrodenbahnen aufzunehmen, und nach deren Zertrennen erhaltene Elektroden zu der Separatorbahn zu transportieren. Hierzu sind die Werkstückträger entlang der jeweiligen Transportbahnen verfahrbar. Vorzugsweise ist für jeden der Werkstückträger ein eigener, insbesondere elektromagnetischer, Antrieb vorgesehen.

[0041] Die Werkstückträger sind dazu ausgebildet, die Elektrodenbahnen bzw. Elektroden aufzunehmen, und vorzugsweise durch Anlegen eines Unterdrucks, zu fixieren. Hierzu können die Werkstückträger mit einer Vakuumpumpe verbunden sein.

[0042] Die geradlinigen Bahnabschnitte vereinfachen das Zertrennen der Elektrodenbahnen und die Übergabe der Elektroden an die Separatorbahn. Die beiden geradlinigen Bahnabschnitte des ersten und zweiten Transportsystems verlaufen typischerweise jeweils parallel zueinander. Insgesamt sind die Transportbahnen vorzugsweise ovalförmig. Die Transportsysteme können jeweils auch als ein Ovalläufer bezeichnet werden. Es kann alternativ vorgesehen sein, dass die beiden geradlinigen Bahnabschnitte des ersten und/oder des zweiten Transportsystems gegeneinander geneigt verlaufen; mit anderen Worten können die einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitte schräg zueinander verlaufen.

[0043] Die beiden Transportsysteme sind derart angeordnet, dass zwei der geradlinigen Bahnabschnitte (je einer pro Transportsystem) einander zuweisen. Die einander zuweisenden Bahnabschnitte können in Durchlaufrichtung gegeneinander versetzt oder - vorzugsweise - deckungsgleich miteinander ausgerichtet sein. Die einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte der beiden Transportsysteme verlaufen in der Regel parallel zueinander.

[0044] Die Zuführeinrichtungen für die Elektrodenbahnen können je eine Abrollvorrichtung zum Abrollen einer aufgerollten Elektrodenbahn und eine oder

mehrere Rollen aufweisen, mittels welcher die jeweilige Elektrodenbahn in Kontakt mit den Werkstückträgern des jeweiligen Transportsystems bringbar ist. Vorzugsweise sind die zu viel Einrichtungen so angeordnet, dass die Elektrodenbahnen den Werkstückträger in einem der geradlinigen Bahnabschnitte zugeführt werden.

[0045] Die Trenneinrichtungen für die Elektrodenbahnen weisen vorzugsweise je einen oder mehrere Laser auf. Typischerweise ist für jeden Laser eine Ablenkvorrichtung vorgesehen, die dazu eingerichtet ist, einen Laserstrahl zwischen die Werkstückträger zu richten. Alternativ können die Trenneinrichtungen mit, vorzugsweise rotierbaren, Messern ausgebildet sein.

[0046] Die Trenneinrichtungen für die Elektrodenbahnen sind im Bereich der geradlinigen Bahnabschnitte angeordnet. Die Elektrodenbahnen können somit zertrennt werden, während sie geradlinig bewegt werden. Hierzu kann beispielsweise ein Laserstrahl durch die Ablenkvorrichtung entsprechend mitgeführt werden. Trenneinrichtungen mit Messern können entlang der geradlinigen Bahnabschnitte verfahrbar sein.

[0047] Die Zuführeinrichtung für die Separatorbahn kann eine Abrollvorrichtung zum Abrollen einer aufgerollten Separatorbahn und eine Führung, beispielsweise mit Walzen, zum Leiten der (abgerollten) Separatorbahn zwischen die Transportsysteme aufweisen.

[0048] Die Anpresseinrichtungen sind dazu eingerichtet, die Elektroden im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte gegen die Separatorbahn zu pressen. Dadurch können die ersten und zweiten Elektroden im Bereich des ersten bzw. zweiten Transportsystems, genauer gesagt im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte, stoffschlüssig mit der Separatorbahn verbunden werden.

[0049] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die ersten Werkstückträger unabhängig voneinander entlang der ersten Transportbahn bewegbar sind, und dass die zweiten Werkstückträger unabhängig voneinander entlang der zweiten Transportbahn bewegbar sind. Dies ermöglicht es, nach dem Zertrennen der Elektrodenbahnen einen Abstand zwischen den Werkstückträgern zu vergrößern. Die Werkstückträger können unabhängig voneinander ansteuerbare Antriebe aufweisen.

[0050] Alternativ kann vorgesehen sein, dass die ersten Werkstückträger in festen Abständen gekoppelt entlang der ersten Transportbahn bewegbar sind, und dass die zweiten Werkstückträger in festen Abständen gekoppelt entlang der zweiten Transport-

bahn bewegbar sind. Die einzelnen Werkstückträger eines jeweiligen Transportsystems können mechanisch miteinander gekoppelt sein. Es kann ein gemeinsamer Antrieb für alle Werkstückträger des jeweiligen Transportsystems vorgesehen sein. Alternativ ist eine steuerungstechnische Kopplung mit unabhängigen Antrieben denkbar.

[0051] Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Werkstückträger jeweils eine der ersten Anpresseinrichtungen aufweisen, und dass die zweiten Werkstückträger jeweils eine der zweiten Anpresseinrichtungen aufweisen, wobei die ersten und die zweiten Anpresseinrichtungen als Hubeinrichtungen ausgebildet sind. Dies ermöglicht es die Elektroden unmittelbar von den Werkstückträgern an die Separatorbahn zu übergeben und mit dieser zu verbinden. Die Hubeinrichtungen können einen kraftgesteuerten, insbesondere pneumatisch oder elektromagnetisch aktuierten, Hubzylinder aufweisen.

[0052] Alternativ können die Hubeinrichtungen eine Zwangssteuerung, beispielsweise einen Nockenantrieb oder einen Kurbeltrieb, aufweisen.

[0053] Bei einer alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die erste Anpresseinrichtung eine erste Rolle und die zweite Anpresseinrichtung eine zweite Rolle ist, wobei die Rollen im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte angeordnet sind. Dies ermöglicht einen einfacheren Aufbau der Werkstückträger.

[0054] Die Rollen sind dazu ausgebildet, die Elektroden aufzunehmen, und vorzugsweise durch Anlegen eines Unterdrucks, zu fixieren. Hierzu können die Rollen mit einer Vakuumpumpe verbunden sein.

[0055] Die beiden Rollen können einander gegenüberliegend angeordnet sein. Mit anderen Worten sind die beiden Rollen in Erstreckungsrichtung bzw. Durchlaufrichtung der Separatorbahn auf gleicher Höhe angeordnet. Auf zusätzliche Mittel zum Abstützen der Separatorbahn bei den Rollen kann dann verzichtet werden.

[0056] Die beiden Rollen können jeweils von dem geradlinigen Bahnabschnitt des zugeordneten Transportsystems weg vorgespannt sind. Im Betrieb sind die Rollen somit gegen die Separatorbahn vorgespannt. Insbesondere können gegenüberliegend angeordnete Rollen gegeneinander vorgespannt sein. Die Rollen können jeweils senkrecht zu den einander zuweisenden geradlinigen Bahnabschnitte der Transportsysteme federnd gelagert sein. Alternativ kann ein Kraftstellglied, beispielsweise ein elektromagnetischer oder pneumatischer Aktuator, an die Rollen gekoppelt sein.

[0057] Die Rollen können jeweils mehrere relativ zu einem Grundkörper der jeweiligen Rolle bewegliche Trägersegmente aufweisen. Die Trägersegmente dienen dazu, die Elektroden von den Werkstückträgern zu übernehmen und gegen die Separatorbahn zu pressen. Die beweglichen Trägersegmente ermöglichen es, einer Drehung des Grundkörpers der Rollen eine zusätzliche Bewegung zu überlagern. Derart wird die Flexibilität bei der Übergabe der Elektroden an die Separatorbahn erhöht. Dies ermöglicht insbesondere die Verwendung von Transportsystemen, bei denen die Abstände der Werkstückträger konstant bleiben.

[0058] Die Trägersegmente können unabhängig voneinander in Umfangsrichtung der jeweiligen Rolle gegenüber dem Grundkörper beweglich sein. Dies ermöglicht es, nach der Aufnahme einer Elektrode einen Abstand des jeweiligen Trägersegments von dem jeweils nachfolgenden Trägersegment zu vergrößern. Derart können die Abstände der auf der Separatorbahn platzierten Elektroden eingestellt werden.

[0059] Alternativ oder zusätzlich können die Trägersegmente in radialer Richtung der jeweiligen Rolle beweglich sein. Die Trägersegmente können somit jeweils unabhängig voneinander eine Hubbewegung ausführen, um die Elektroden gegen die Separatorbahn zu pressen. Durch den radialen Hub werden die Abstände zwischen aufeinanderfolgenden Elektroden vergrößert. Die Hubbewegung kann zugleich die erforderliche Anpresskraft bereitstellen.

[0060] Die Trägersegmente können jeweils über einen kraftgesteuerten, insbesondere pneumatisch oder elektromagnetisch aktuierten, Hubzylinder am Grundkörper der jeweiligen Rolle abgestützt sein. Alternativ kann eine Zwangssteuerung, beispielsweise ein Nockentrieb oder ein Kurbeltrieb, zwischen dem jeweiligen Grundkörper und den Trägersegmenten vorgesehen sein.

[0061] Die Rollen, insbesondere die Trägersegmente der Rollen, können beheizbar sein. Alternativ oder zusätzlich können die Werkstückträger beheizbar sein. Dies ermöglicht es, die Elektroden zu erwärmen. Dies begünstigt die Ausbildung der stoffschlüssigen Verbindung der Elektroden mit der Separatorbahn.

[0062] Die Vorrichtung kann eine Heizeinrichtung für die Separatorbahn aufweisen. Die Heizeinrichtung kann Teil der (dritten) Zuführeinrichtung für die Separatorbahn sein. Grundsätzlich ist die Heizeinrichtung für die Separatorbahn in Durchlaufrichtung vor den Anpresseinrichtungen angeordnet. Ein Erwärmen der Separatorbahn ist für die Ausbildung der stoffschlüssigen Verbindung der Elektroden mit der Separatorbahn günstig.

[0063] Die Vorrichtung kann eine vierte Zuführeinrichtung zum Zuführen einer weiteren Separatorbahn aufweisen, wobei die vierte Zuführeinrichtung in Durchlaufrichtung nach den beiden Transportsystemen angeordnet ist. Die vierte Zuführeinrichtung kann eine Abrollvorrichtung zum Abrollen einer aufgerollten weiteren Separatorbahn und eine Walze aufweisen, um die weitere Separatorbahn gegen die ersten oder zweiten Elektroden zu pressen. Es kann eine weitere Heizeinrichtung für die weitere Separatorbahn vorgesehen sein. Insbesondere kann die weitere Heizeinrichtung Teil der vierten Zuführeinrichtung sein.

[0064] Die Vorrichtung kann eine dritte Trenneinrichtung aufweisen, die in Durchlaufrichtung nach den beiden Transportsystemen - und sofern vorhanden nach der vierten Zuführeinrichtung - angeordnet ist. Die dritte Trenneinrichtung dient zum Zertrennen der (ersten) Separatorbahn und sofern vorhanden der weiteren (zweiten) Separatorbahn. Derart können separate Elektrodenstapel erhalten werden.

[0065] Die Erfindung betrifft auch die Verwendung der oben beschriebenen, erfindungsgemäßen Herstellvorrichtung zum Herstellen von Elektrodenstapeln, insbesondere wobei im Rahmen der Verwendung ein oben beschriebenes, erfindungsgemäßes Herstellverfahren durchgeführt wird.

[0066] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung. Erfindungsgemäß können die vorstehend genannten und die noch weiter ausgeführten Merkmale jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen, zweckmäßigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung und Zeichnung

[0067] Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Herstellvorrichtung für Elektrodenstapel während der Durchführung eines erfindungsgemäßen Herstellverfahrens, wobei Elektroden von Werkstückträgern zweier Transportsysteme gegen eine Separatorbahn gepresst werden, in einer Prinzipskizze;

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Herstellvorrichtung für Elektrodenstapel während der Durchführung eines erfindungsgemäßen Herstellverfahrens, wobei

zwei Rollen vorgesehen sind, die Elektroden von Werkstückträgern übernehmen und gegen eine Separatorbahn pressen, in einer Prinzipskizze;

Fig. 3 einen Ausschnitt einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Herstellvorrichtung für Elektrodenstapel während der Durchführung eines erfindungsgemäßen Herstellverfahrens, wobei die Rollen unabhängig voneinander in Umfangsrichtung bewegliche Trägersegmente aufweisen, in einer Prinzipskizze;

Fig. 4 einen Ausschnitt einer vierten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Herstellvorrichtung für Elektrodenstapel während der Durchführung eines erfindungsgemäßen Herstellverfahrens, wobei die Rollen unabhängig voneinander in radialer Richtung bewegliche Trägersegmente aufweisen, in einer Prinzipskizze.

[0068] **Fig. 1** zeigt eine Vorrichtung 10a während der Herstellung von Elektrodenstapeln 12. Die Elektrodenstapel 12 sind mit einer ersten Elektrode 14, einer zweiten Elektrode 16 und einem zwischen den Elektroden 14, 16 angeordneten (ersten) Separator 18 gebildet. Vorliegend umfassen die Elektrodenstapel 12 zudem einen weiteren (zweiten) Separator 20, der im dargestellten Ausführungsbeispiel auf der zweiten Elektrode 16 angeordnet ist. Die Elektroden 14, 16 und die benachbarten Separatoren 18, 20 sind jeweils stoffschlüssig miteinander verbunden. In den Figuren sind einander berührende oder miteinander verbundene Teile oft mit kleinen Abständen dargestellt, um die Unterscheidung der verschiedenen Teile zu vereinfachen.

[0069] Die ersten und zweiten Elektroden 14, 16 werden durch Zertrennen aus einer ersten Elektrodenbahn 22 bzw. einer zweiten Elektrodenbahn 24 erhalten. Die ersten und zweiten Separatoren 18, 20 werden durch Zertrennen aus einer ersten Separatorbahn 26 bzw. einer zweiten Separatorbahn 28 erhalten.

[0070] Nach dem Zertrennen der Elektrodenbahnen 22, 24 werden die einzelnen Elektroden 14, 16 zunächst stoffschlüssig mit der ersten Separatorbahn 26 verbunden, wobei jeweils Paare von ersten und zweiten Elektroden 14, 16 deckungsgleich angeordnet werden. Sodann werden die zweiten Elektroden 16 stoffschlüssig mit der zweiten Separatorbahn 28 verbunden. Die hierzu eingesetzten Komponenten der Vorrichtung 10a und die durchgeführten Verfahrensschritte werden nachfolgend näher beschrieben.

[0071] Die Elektrodenbahnen 22, 24 werden jeweils aufgerollt bereitgestellt und mittels nicht im Detail

dargestellter erster bzw. zweiter Zuführeinrichtungen 30, 32, die hier jeweils eine Walze 34 aufweisen, abgerollt und einem ersten Transportsystem 36 bzw. zweiten Transportsystem 38 zugeführt. Die Zuführeinrichtungen 30, 32 und die Transportsysteme 36, 38 sind hier jeweils gleichartig aufgebaut. Insbesondere können die ersten und zweiten Zuführeinrichtungen 30, 32 spiegelsymmetrisch zueinander sein. Ebenso können die ersten und zweiten Transportsysteme 36, 38 spiegelsymmetrisch zueinander sein.

[0072] Die Transportsysteme 36, 38 weisen jeweils eine Transportbahn 40 bzw. 42 auf. Die Transportbahnen 40, 42 umfassen jeweils zwei geradlinige Bahnabschnitte 44, 46 bzw. 48, 50, welche durch Kurvenabschnitte 52 miteinander verbunden sind. Die geradlinigen Bahnabschnitte 44-50 sind hier jeweils parallel zueinander angeordnet.

[0073] An den Transportbahnen 40, 42 sind jeweils eine Vielzahl von ersten bzw. zweiten Werkstückträgern 54 bzw. 56 geführt. Bei der Ausführungsform von **Fig. 1** sind die Werkstückträger 54, 56 jeweils unabhängig voneinander entlang ihrer jeweiligen Transportbahn 40, 42 bewegbar.

[0074] Die Zuführeinrichtungen 30, 32 führen die Elektrodenbahnen 22, 24 im Bereich der geradlinigen Bahnabschnitte 44, 48 den Transportsystemen 36, 38 zu. Insbesondere bewirken die Walzen 34, dass die Elektrodenbahnen 22, 24 in Kontakt mit den Werkstückträgern 54, 56 kommen. Die Werkstückträger 54, 56 nehmen die Elektrodenbahnen 22, 24 auf, indem sie diese mittels Unterdruck ansaugen. Hierzu kann eine nicht näher dargestellte Vakuumpumpe vorgesehen sein.

[0075] Die an den Werkstückträgern 54, 56 gehaltenen Elektrodenbahnen 22, 24 werden mittels einer ersten bzw. einer zweiten Trenneinrichtung 58, 60 im Bereich der geradlinigen Bahnabschnitte 44, 48 zertrennt, sodass die ersten bzw. zweiten Elektroden 14, 16 erhalten werden. Die Trenneinrichtungen 58, 60 sind hier jeweils als Laserschneideinrichtungen ausgebildet, die einen Laserstrahl 62 aussenden, der zwischen den bewegten Werkstückträgern 54, 56 auf die Elektrodenbahnen 22, 24 trifft. Um Beschädigungen der Werkstückträger 54, 56 durch die Laserstrahlen 62 zu vermeiden, weisen benachbarte Werkstückträger 54, 56 dabei jeweils einen ersten Abstand 64 von beispielsweise 0,2 mm auf.

[0076] Nach dem Zertrennen der Elektrodenbahnen 22, 24 werden die Abstände der Werkzeugträger 54, 56 zueinander vergrößert, indem die Werkstückträger 54, 56 mit einer freigetrennten Elektrode 14, 16 kurzzeitig beschleunigt werden. Sodann werden die Werkstückträger 54, 56 mit den einzelnen Elektroden 14, 16 unter Beibehaltung der größeren zweiten

Abstände 65, die beispielsweise 1 mm betragen können, entlang der Transportbahnen 40, 42 weiterbewegt. Derart werden die Elektroden 14, 16 von den Werkstückträgern 54, 56 zu den einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitten 46, 50 verbracht.

[0077] Die Separatorbahn 26 wird mittels einer nicht im Detail dargestellten, dritten Zuführeinrichtung 66 zwischen die einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte 46, 50 der beiden Transportsysteme 36, 38 zugeführt. Die Zuführeinrichtung 66 kann mehrere, der Übersichtlichkeit halber nicht gezeigte Walzen und/oder Leitelemente umfassen. Die dritte Zuführeinrichtung 66 weist hier ferner eine (erste) Heizeinrichtung 68 zum Erwärmen der Separatorbahn 26 auf. Auch die Werkstückträger 54, 56 können beheizbar sein, um die Elektroden 14, 16 zu erwärmen.

[0078] Im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte 46, 50 werden die Elektroden 14, 16 stoffschlüssig mit der Separatorbahn 26 verbunden. Hierzu werden die Elektroden 14, 16 gegen die erste bzw. zweite Seite 70, 72 der Separatorbahn 26 gepresst, während sich die Separatorbahn 26 und die Werkstückträger 54, 56 mit den Elektroden 14, 16 gleichförmig bewegen. Vorliegend werden Paare von deckungsgleichen Elektroden 14, 16 zeitgleich gegen die Separatorbahn 26 gepresst.

[0079] Die Temperaturen der Separatorbahn 26 und der Elektroden 14, 16 sowie die Anpresskraft sind so aufeinander abgestimmt, dass sich während des Anpressvorgangs im Bereich der geradlinigen Bahnabschnitte 46, 50 die stoffschlüssigen Verbindungen ausbilden. Währenddessen werden die Elektroden 14, 16 und die Separatorbahn 26 mit denselben Geschwindigkeiten bewegt.

[0080] Nachdem sich die stoffschlüssigen Verbindungen ausgebildet haben, werden die Elektroden 14, 16 von den Werkstückträgern 54, 56 gelöst. Hierzu kann der anliegende Unterdruck abgelassen werden. Um das Lösen der Elektroden 14, 16 von den Werkstückträgern 54, 56 zu unterstützen, kann auch ein Überdruck angelegt werden.

[0081] Bei der Ausführungsform von **Fig. 1** weisen die Werkstückträger 54, 56 jeweils erste bzw. zweite Anpresseinrichtungen 74, 76 in Form von Hubeinrichtungen 78 auf. Im Bereich der geradlinigen Bahnabschnitte 46, 50 führen die Hubeinrichtungen 78 der Werkstückträger 54, 56 jeweils eine Hubbewegung aus, um die an ihnen gehaltenen Elektroden 14, 16 gegen die Separatorbahn 26 zu pressen. Wenn die stoffschlüssige Verbindung zwischen den Elektroden 14, 16 und der Separatorbahn 26 ausgebildet ist und die Fixierung der Elektroden 14, 16 an den Werkstückträgern 54, 56 gelöst wurde, ziehen sich die Hubeinrichtungen 78 wieder zurück.

[0082] In Durchlaufrichtung hinter den Transportsystemen 36, 38 wird die zweite Separatorbahn 28 mittels einer nicht im Detail dargestellten, vierten Zuführeinrichtung 80 zu der ersten Separatorbahn 26 mit den daran befestigten Elektroden 14, 16 zugeführt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird die zweite Separatorbahn 28 auf der zweiten Seite 72 der ersten Separatorbahn 26 zugeführt und stoffschlüssig mit den zweiten Elektroden 16 verbunden. Walzen 82, 84 der vierten Zuführeinrichtung 80 können die zweite Separatorbahn 28 und den Verbund aus erster Separatorbahn 26 und den Elektroden 14, 16 gegen einander pressen. Die vierte Zuführeinrichtung 80 weist hier ferner eine (zweite) Heizeinrichtung 86 zum Erwärmen der zweiten Separatorbahn 28 auf. Mittels der zweiten Heizeinrichtung 86 wird die zweite Separatorbahn 28 vor dem Anpressen erwärmt, um die Ausbildung der stoffschlüssigen Verbindung mit den Elektroden 16 zu begünstigen. Alternativ oder zusätzlich zur Heizeinrichtung 86 können die Walze 82 und optional auch die Walze 84 beheizt sein.

[0083] Nachdem sich die stoffschlüssige Verbindung der zweiten Separatorbahn 28 mit den zweiten Elektroden 16 ausgebildet hat, werden die Separatorbahnen 26, 28 mittels einer dritten Trenneinrichtung 88 zwischen benachbarten Paaren von Elektroden 14, 16 zertrennt. Die dritte Trenneinrichtung 88 ist hier als eine Laserschneideinrichtung ausgebildet, die einen Laserstrahl 90 aussendet, der zwischen den Elektroden 14, 16 auf die Separatorbahnen 26, 28 trifft und diese zerteilt. Derart werden die einzelnen Elektrodenstapel 12 erhalten, die jeweils als eine Batteriezelle verwendet werden können. Mehrere solcher Elektrodenstapel 12 können übereinandergestapelt werden, um eine leistungsfähigere Batterie zu erhalten.

[0084] Zur Ansteuerung der Vorrichtung 10a zur Durchführung des beschriebenen Herstellverfahrens ist eine Steuereinrichtung 92 vorgesehen. Die Steuereinrichtung 92 kann über nicht näher dargestellte Steuerleitungen oder drahtlos mit den Komponenten der Vorrichtung 10a verbunden sein.

[0085] **Fig. 2** zeigt eine zweite Vorrichtung 10b zur Herstellung von Elektrodenstapeln 12. Die Vorrichtung 10b von **Fig. 2** entspricht in Aufbau und Funktionsweise insbesondere der Zuführeinrichtungen 30, 32, 66, 80 für die Elektrodenbahnen 20, 22 bzw. die Separatorbahnen 26, 28 und der Trenneinrichtungen 58, 60, 88 der Vorrichtung 10a von **Fig. 1**. Auch die beiden Transportsysteme 36, 38 entsprechen bei der Vorrichtung 10b weitgehend denjenigen der Vorrichtung 10a. Insofern sei auf die obige Beschreibung verwiesen. Nachfolgen werden vorrangig die Unterschiede erläutert.

[0086] Auch bei der Vorrichtung 10b sind die Werkstückträger 54, 56 unabhängig voneinander entlang der Transportbahnen 40, 42 bewegbar. Beim Zertrennen der Elektrodenbahnen 20, 22 weisen die Werkstückträger erste (kleinere) Abstände 64 auf, die nach dem Zertrennen auf zweite (größere) Abstände 65 erhöht werden.

[0087] Bei der Vorrichtung 10b werden die Elektroden 14, 16 nicht unmittelbar von den Werkstückträgern 54, 56 an die Separatorbahn 26 angepresst. Hubeinrichtungen in den Werkstückträgern 54, 56 (vergleiche **Fig. 1**, Bezugszeichen 78) können daher entfallen.

[0088] Vielmehr werden bei der Vorrichtung 10b die Elektroden 14, 16 von einer ersten und einer zweiten Rolle 94, 96 von den Werkstückträgern 54, 56 übernommen, zu der Separatorbahn 26 gebracht und unter Ausbildung einer stoffschlüssigen Verbindung gegen die Separatorbahn 26 gepresst. Die Transportrichtung der Transportsysteme 36, 38 ist daher bei der Vorrichtung 10b gegenüber der Vorrichtung 10a umgekehrt. Auch die Anordnung der Zuführeinrichtungen 30, 32 ist entsprechend geändert. Um die Ausbildung der stoffschlüssigen Verbindung zu begünstigen, können die Rollen 94, 96 und/oder die Werkstückträger 54, 56 beheizt werden.

[0089] Die Elektroden 14, 16 können durch Unterdruck an den Rollen 94, 96 gehalten werden. Bei Ausbildung der stoffschlüssigen Verbindung beim Kontakt mit der Separatorbahn 26 kann der Unterdruck abgelassen werden oder ein Überdruck angelegt werden, um die Elektroden 14, 16 von den Rollen 94, 96 zu lösen. Die Abstände benachbarter Elektroden 14, 16 auf der Separatorbahn 26 entsprechen bei der Vorrichtung 10b den Abständen der Elektroden 14, 16 auf den Werkstückträgern 54, 56 zum Zeitpunkt der Übernahme der Elektroden 14, 16 durch die Rollen 94, 96.

[0090] Die Rollen 94 sind vorliegend in Durchlaufrichtung der Separatorbahn 26 auf gleichen Höhen zwischen den einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitten 46, 50 der Transportsysteme 36, 38 angeordnet. Mit anderen Worten liegen die Rollen 94, 96 einander bezüglich der Separatorbahn 26 gegenüber. Paarweise deckungsgleich mit der Separatorbahn 26 zu verbindende Elektroden 14, 16 werden somit zugleich an die Separatorbahn 26 angepresst.

[0091] Um die Anpresskraft bereitzustellen, sind die Rollen 94, 96 über nicht näher dargestellte Federelemente, beispielsweise Schraubenfedern oder Blattfedern, vorzugsweise mit einstellbarer Vorspannung, gegeneinander vorgespannt. Anstelle passiver Federelemente könnten auch aktive Kraftstellglieder, wie beispielsweise elektromechanische oder pneu-

matische Aktuatoren, verwendet werden. Die Rollen 94, 96 mit den Elektroden 14, 16 werden somit von beiden Seiten 70, 72 gegen die Separatorbahn 26 gepresst. Die Rollen 94, 96 stellen daher je eine erste bzw. zweite Anpresseinrichtung 74, 76 für die ersten bzw. zweiten Elektroden 14, 16 dar.

[0092] **Fig. 3** zeigt einen Ausschnitt einer dritten Herstellvorrichtung 10c, die im Wesentlichen der Vorrichtung 10b von **Fig. 2** entspricht. Insofern sei auf die vorstehende Beschreibung verwiesen; nachfolgend werden vorrangig die Unterschiede erläutert.

[0093] Bei der Vorrichtung 10c laufen die Werkstückträger 54, 56 der Transportsysteme 36, 38 mit gleichbleibenden Abständen um. Die Werkstückträger 54, 56 können hierzu mechanisch oder steuerungstechnisch gekoppelt sein.

[0094] Um die für die Befestigung auf der Separatorbahn 26 gewünschten Abstände der Elektroden 14, 16 einzustellen, weisen die Rollen 94, 96 gegenüber einem Grundkörper 98 bewegliche Trägersegmente 100 auf. Die Elektroden 14, 16 werden von den Werkstückträgern 54, 56 an die Trägersegmente 100 übergeben.

[0095] Durch Bewegen der Trägersegmente 100 in Umfangsrichtung an den Grundkörpern 98 werden Abstände 102 der Trägersegmente 100 mit den Elektroden 14, 16 zwischen der Übernahme der Elektroden 14, 16 von den Werkstückträgern 54, 56 und der Übergabe der Elektroden 14, 16 an die Separatorbahn 26 vergrößert. Die Grundkörper 98 der Rollen 94, 96 können dabei stillstehen oder gleichförmig rotieren.

[0096] Die Anpresskraft für die Elektroden 14, 16 gegen die Separatorbahn 26 kann wie bei der Vorrichtung 10b durch eine Vorspannung der Rollen 94, 96 bereitgestellt werden. Die Rollen 94, 96 sind dabei senkrecht zur Separatorbahn 26 verschieblich, aber entlang der Separatorbahn 26 und in Breitenrichtung der Separatorbahn 26 unverschieblich gelagert. In Richtung des translatorischen Freiheitsgrads der Rollen 94, 96 wirkt eine nicht näher dargestellte Vorspanneinrichtung. Die vorgespannten Rollen 94, 96 stellen insofern Anpresseinrichtungen 74, 76 dar.

[0097] Bei der Vorrichtung 10c können die Trägersegmente 100 der Rollen 94, 96 mit Unterdruck beaufschlagbar sein, um die Elektroden 14, 16 zu fixieren. Zudem können die Trägersegmente 100 beheizbar sein.

[0098] **Fig. 4** zeigt einen Ausschnitt einer vierten Herstellvorrichtung 10d, die im Wesentlichen der Vorrichtung 10b von **Fig. 2** entspricht. Insofern sei auf die vorstehende Beschreibung verwiesen; nachfolgend werden vorrangig die Unterschiede erläutert.

[0099] Bei der Vorrichtung 10d laufen die Werkstückträger 54, 56 der Transportsysteme 36, 38 mit gleichbleibenden Abständen um. Die Werkstückträger 54, 56 können hierzu mechanisch oder steuerungstechnisch gekoppelt sein.

[0100] Um die für die Befestigung auf der Separatorbahn 26 gewünschten Abstände der Elektroden 14, 16 einzustellen, weisen die Rollen 94, 96 gegenüber einem Grundkörper 98 bewegliche Trägersegmente 100 auf. Die Elektroden 14, 16 werden von den Werkstückträgern 54, 56 an die Trägersegmente 100 übergeben.

[0101] Durch Bewegen der Trägersegmente 100 in radialer Richtung vom Grundkörper 98 weg werden Abstände 102 der Trägersegmente 100 mit den Elektroden 14, 16 vergrößert. Die Trägersegmente 100 weisen hierzu jeweils eine Hubeinrichtung 104 auf. Die Hubeinrichtungen 104 fungieren jeweils als eine Anpresseinrichtung 74, 76. Insbesondere durch einen kraftgesteuerten Radialhub der Trägersegmente 100 gegenüber dem Grundkörper 98 können die Elektroden 14, 16 mit der zur Ausbildung der stoffschlüssigen Verbindung erforderlichen Anpresskraft gegen die Separatorbahn 26 gepresst werden.

[0102] Nach dem Anpressen der Elektroden 14, 16 gegen die Separatorbahn 26 werden die Trägersegmente 100 wieder in radialer Richtung zu dem Grundkörper 98 eingezogen. Dadurch verringern sich die Abstände 102 zwischen den Trägersegmenten 100 auf das zur Aufnahme weiterer Elektroden 14, 16 erforderliche Maß.

[0103] Die Rollen 94, 96 sind bei der Vorrichtung 10d unverschieblich gelagert. Die Grundkörper 98 drehen sich während der Herstellung von Elektrodenstapeln gleichförmig.

[0104] Auch bei der Vorrichtung 10d können die Trägersegmente 100 der Rollen 94, 96 mit Unterdruck beaufschlagbar sein, um die Elektroden 14, 16 zu fixieren. Zudem können die Trägersegmente 100 beheizbar sein.

[0105] Zusammenfassend betrifft die Erfindung Verfahren und Vorrichtungen zur Herstellung von Elektrodenstapeln (Batteriezellen) für Energiespeicher (Batterien). Elektrodenbahnen werden von Werkstückträgern zweier Transportsysteme aufgenommen. Während sich die Werkstückträger geradlinig bewegen, werden die Elektrodenbahnen zertrennt, sodass einzelne Elektroden erhalten werden. Eine Separatorbahn wird zwischen den Transportsystemen durchgeführt. Die Elektroden werden gegen die Separatorbahn gepresst, sodass sich unmittelbar beim Anpressen stoffschlüssige Verbindungen der Elektroden mit der Separatorbahn ausbildet. Das Anpressen kann mittels der Werkstückträger selbst

erfolgen, während diese sich geradlinig mit der Separatorbahn mitbewegen. Alternativ können die Elektroden von den Werkstückträgern an Rollen übergeben werden, welche die Elektroden sodann gegen die Separatorbahn pressen.

Bezugszeichenliste

10a; 10b; 10c; 10d	Herstellvorrichtung
12	Elektrodenstapel
14	erste Elektrode
16	zweiten Elektrode
18	(erster) Separator
20	weiterer (zweiter) Separator
22	erste Elektrodenbahn
24	zweite Elektrodenbahn
26	(erste) Separatorbahn
28	weitere (zweite) Separatorbahn
30	erste Zuführeinrichtung für die erste Elektrodenbahn 22
32	zweite Zuführeinrichtung für die zweite Elektrodenbahn 24
34	Walze
36	erstes Transportsystem
38	zweites Transportsystem
40	erste Transportbahn
42	zweite Transportbahn
44, 46	geradlinige Bahnabschnitte der ersten Transportbahn 40
48, 50	geradlinige Bahnabschnitte der zweiten Transportbahn 42
52	Kurvenabschnitte
54	erste Werkstückträger
56	zweite Werkstückträger

58	erste Trenneinrichtung
60	zweite Trenneinrichtung
62	Laserstrahl
64	erster Abstand
65	zweiter Abstand
66	dritte Zuführeinrichtung für die Separatorbahn 26
68	erste Heizeinrichtung für die Separatorbahn 26
70	erste Seite der Separatorbahn 26
72	zweite Seite der Separatorbahn 26
74	erste Anpresseinrichtung
76	zweite Anpresseinrichtung
78	Hubeinrichtung der Werkstückträger 54, 56
80	vierte Zuführeinrichtung für die zweite Separatorbahn 28
82, 84	Walzen
86	zweite Heizeinrichtung für die zweite Separatorbahn 28
88	dritte Trenneinrichtung
90	Laserstrahl
92	Steuereinrichtung
94	erste Rolle
96	zweite Rolle
98	Grundkörper
100	Trägersegmente
102	Abstand der Trägersegmente 100
104	Hubeinrichtung der Trägersegmente 100

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 102017216213 A1 [0004]
- DE 102017216133 A1 [0005]
- DE 102017215905 A1 [0006]
- US 9385395 B2 [0007]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Elektrodenstapeln (12) für Energiespeicher, wobei die Elektrodenstapel (12) jeweils eine erste Elektrode (14) und eine zweite Elektrode (16) sowie einen zwischen den Elektroden (14, 16) angeordneten Separator (18) aufweisen, mit den Schritten

A1) Zuführen einer ersten Elektrodenbahn (22) zu einem ersten Transportsystem (36) mit einer Mehrzahl von ersten Werkstückträgern (54), die entlang einer ersten Transportbahn (40) mit zwei einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitten (44, 46) bewegt werden, und Aufnehmen der ersten Elektrodenbahn (22) an den ersten Werkstückträgern (54);

A2) Zuführen einer zweiten Elektrodenbahn (24) zu einem zweiten Transportsystem (38) mit einer Mehrzahl von zweiten Werkstückträgern (56), die entlang einer zweiten Transportbahn (42) mit zwei einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitten (48, 50) bewegt werden, und Aufnehmen der zweiten Elektrodenbahn (24) an den zweiten Werkstückträgern (56);

B1) Zertrennen der an den ersten Werkstückträgern (54) gehaltenen ersten Elektrodenbahn (22) zwischen den ersten Werkstückträgern (54) in einem der geradlinigen Bahnabschnitte (44) des ersten Transportsystems (36), sodass einzelne jeweils an einem der ersten Werkstückträger (54) gehaltene erste Elektroden (14) erhalten werden;

B2) Zertrennen der an den zweiten Werkstückträgern (56) gehaltenen zweiten Elektrodenbahn (24) zwischen den zweiten Werkstückträgern (56) in einem der geradlinigen Bahnabschnitte (48) des zweiten Transportsystems (38), sodass einzelne jeweils an einem der zweiten Werkstückträger (56) gehaltene zweite Elektroden (16) erhalten werden;

C) Zuführen einer Separatorbahn (26) zwischen einander zugewandte geradlinige Bahnabschnitte (46, 50) der beiden Transportsysteme (36, 38);

D1) Anpressen der ersten Elektroden (14) an eine erste Seite (70) der Separatorbahn (26) im Bereich des ersten Transportsystems (36), sodass die ersten Elektroden (14) stoffschlüssig mit der Separatorbahn (26) verbunden werden;

D2) Anpressen der zweiten Elektroden (16) an eine zweite Seite (72) der Separatorbahn (26) im Bereich des zweiten Transportsystems (38), sodass die zweiten Elektroden (16) stoffschlüssig mit der Separatorbahn (26) verbunden werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Paare von deckungsgleich mit der Separatorbahn (26) zu verbindender erster und zweiter Elektroden (14, 16) jeweils zugleich gegen die Separatorbahn (26) gepresst werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst je eine erste Elekt-

rode (14) mit der Separatorbahn (26) verbunden wird und sodann je eine zugeordnete zweite Elektrode (16) deckungsgleich mit der ersten Elektrode (14) mit der Separatorbahn (26) verbunden wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Zertrennen der ersten Elektrodenbahn (22) beim Weiterbewegen ein Abstand (64, 65) zwischen den ersten Werkstückträgern (54) vergrößert wird, und dass nach dem Zertrennen der zweiten Elektrodenbahn (24) beim Weiterbewegen ein Abstand (64, 65) zwischen den zweiten Werkstückträgern (56) vergrößert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Zertrennen der ersten Elektrodenbahn (22) beim Weiterbewegen ein Abstand zwischen den ersten Werkstückträgern (54) beibehalten wird, und dass nach dem Zertrennen der zweiten Elektrodenbahn (24) beim Weiterbewegen ein Abstand zwischen den zweiten Werkstückträgern (56) beibehalten wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten und zweiten Werkstückträger (54, 56) jeweils im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte (46, 50) eine Hubbewegung ausführen, um die ersten und zweiten Elektroden (14, 16) an die Separatorbahn (26) zu pressen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte (46, 50) eine erste Rolle (94) die ersten Elektroden (14) von den ersten Werkstückträgern (54) übernimmt und gegen die erste Seite (70) der Separatorbahn (26) presst und eine zweite Rolle (96) die zweiten Elektroden (16) von den zweiten Werkstückträgern (56) übernimmt und gegen die zweite Seite (72) der Separatorbahn (26) presst.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Rollen (94, 96) einander bezüglich der Separatorbahn (26) gegenüberliegend angeordnet sind.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Rollen (94, 96) jeweils gegen die Separatorbahn (26), insbesondere gegeneinander, vorgespannt sind.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rollen (94, 96) jeweils mehrere relativ zu einem Grundkörper (98) der jeweiligen Rolle (94, 96) bewegliche Trägersegmente (100) aufweisen, welche die Elektroden (14, 16) von den Werkstückträgern (54, 56) über-

nehmen und gegen die Separatorbahn (26) pressen.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Übernehmen einer der Elektroden (14, 16) von einem der Werkzeugträger (54, 56) und dem Anpressen der jeweiligen Elektrode gegen die Separatorbahn (26) ein Abstand (102) des jeweiligen Trägersegments (100) von dem jeweils nachfolgenden Trägersegment (100) vergrößert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägersegmente (100) jeweils eine Hubbewegung ausführen, um die Elektroden (14, 16) gegen die Separatorbahn (26) zu pressen.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Separatorbahn (26) vor dem Zuführen zwischen die beiden Transportsysteme (36, 38) erwärmt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektroden (14, 16) vor dem Anpressen an die Separatorbahn (26) erwärmt werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass eine weitere Separatorbahn (28) mit den ersten oder zweiten Elektroden (14, 16) stoffschlüssig verbunden wird, insbesondere wobei die weitere Separatorbahn (28) vor dem Verbinden erwärmt wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Separatorbahn (26) - und sofern vorhanden die weitere Separatorbahn (28) - zwischen den Elektroden (14, 16) zertrennt werden.

17. Vorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) zum Herstellen von Elektrodenstapeln (12) für Energiespeicher, wobei die Elektrodenstapel (12) jeweils eine erste Elektrode (14) und eine zweite Elektrode (16) sowie einen zwischen den Elektroden (14, 16) angeordneten Separator (18) aufweisen, wobei die Vorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) folgendes aufweist:

- ein erstes Transportsystem (36) mit einer Mehrzahl von ersten Werkstückträgern (54), die entlang einer ersten Transportbahn (40) mit zwei einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitten (44, 46) bewegbar sind;
- ein zweites Transportsystem (38) mit einer Mehrzahl von zweiten Werkstückträgern (56), die entlang einer zweiten Transportbahn (42) mit zwei einander gegenüberliegenden, geradlinigen Bahnabschnitten (48, 50) bewegbar sind;
- eine erste Zuführeinrichtung (30) zum Zuführen einer ersten Elektrodenbahn (22) zu dem ersten

Transportsystem (36);

- eine erste Trenneinrichtung (58) zum Zertrennen der an den ersten Werkstückträgern (54) gehaltenen ersten Elektrodenbahn (22) zwischen den ersten Werkstückträgern (54) in einem der geradlinigen Bahnabschnitte (44) des ersten Transportsystems (36), sodass einzelne jeweils an einem der ersten Werkstückträger (54) gehaltene erste Elektroden (14) erhalten werden;

- eine zweite Zuführeinrichtung (32) zum Zuführen einer zweiten Elektrodenbahn (24) zu dem zweiten Transportsystem (38);

- eine zweite Trenneinrichtung (60) zum Zertrennen der an den zweiten Werkstückträgern (56) gehaltenen zweiten Elektrodenbahn (24) zwischen den zweiten Werkstückträgern (56) in einem der geradlinigen Bahnabschnitte (48) des zweiten Transportsystems (38), sodass einzelne jeweils an einem der zweiten Werkstückträger (56) gehaltene zweite Elektroden (14) erhalten werden;

- eine dritte Zuführeinrichtung (66) zum Zuführen einer Separatorbahn (26) zwischen einander zugewandte geradlinige Bahnabschnitte (46, 50) der beiden Transportsysteme (36, 38);

- wenigstens eine erste Anpresseinrichtung (74) zum Anpressen der ersten Elektroden (14) an eine erste Seite (70) der Separatorbahn (26) im Bereich des ersten Transportsystems (36);

- wenigstens eine zweite Anpresseinrichtung (76) zum Anpressen der zweiten Elektroden (16) an eine zweite Seite (72) der Separatorbahn (26) im Bereich des zweiten Transportsystems (38).

18. Vorrichtung (10a; 10b) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Werkstückträger (54) unabhängig voneinander entlang der ersten Transportbahn (40) bewegbar sind, und dass die zweiten Werkstückträger (56) unabhängig voneinander entlang der zweiten Transportbahn (42) bewegbar sind.

19. Vorrichtung (10c; 10d) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Werkstückträger (54) in festen Abständen gekoppelt entlang der ersten Transportbahn (40) bewegbar sind, und dass die zweiten Werkstückträger (56) in festen Abständen gekoppelt entlang der zweiten Transportbahn (42) bewegbar sind.

20. Vorrichtung (10a) nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Werkstückträger (54) jeweils eine der ersten Anpresseinrichtungen (74) aufweisen, und dass die zweiten Werkstückträger (56) jeweils eine der zweiten Anpresseinrichtungen (76) aufweisen, wobei die ersten und die zweiten Anpresseinrichtungen (74, 76) als Hubeinrichtungen (78) ausgebildet sind.

21. Vorrichtung (10b; 10c; 10d) nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die erste Anpresseinrichtung (74) eine erste Rolle (94) und die zweite Anpresseinrichtung (76) eine zweite Rolle (96) ist, wobei die Rollen (94, 96) im Bereich der einander zugewandten geradlinigen Bahnabschnitte (46, 50) angeordnet sind.

22. Vorrichtung (10b; 10c; 10d) nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Rollen (94, 96) einander gegenüberliegend angeordnet sind.

23. Vorrichtung (10b; 10c; 10d) nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Rollen (94, 96) jeweils von dem geradlinigen Bahnabschnitt (46, 50) des zugeordneten Transportsystems (36, 38) weg, insbesondere gegeneinander, vorgespannt sind.

24. Vorrichtung (10c; 10d) nach einem der Ansprüche 17 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rollen (94, 96) jeweils mehrere relativ zu einem Grundkörper (98) der jeweiligen Rolle bewegliche Trägersegmente (100) aufweisen.

25. Vorrichtung (10c) nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägersegmente (100) unabhängig voneinander in Umfangsrichtung der jeweiligen Rolle (94, 96) gegenüber dem Grundkörper (98) beweglich sind.

26. Vorrichtung (10d) nach Anspruch 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägersegmente (100) in radialer Richtung der jeweiligen Rolle (94, 96) beweglich sind.

27. Vorrichtung (10b; 10c; 10d) nach einem der Ansprüche 21 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rollen (94, 96), insbesondere die Trägersegmente (100) der Rollen (94, 96), beheizbar sind.

28. Vorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) nach einem der Ansprüche 17 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Werkstückträger (54, 56) beheizbar sind.

29. Vorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) nach einem der Ansprüche 17 bis 28, weiterhin aufweisend eine Heizeinrichtung (68) für die Separatorbahn (26).

30. Vorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) nach einem der Ansprüche 17 bis 29, weiterhin aufweisend eine vierte Zuführeinrichtung (80) zum Zuführen einer weiteren Separatorbahn (28), wobei die vierte Zuführeinrichtung (80) in Durchlaufrichtung nach den beiden Transportsystemen (36, 38) angeordnet ist.

31. Vorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) nach einem der Ansprüche 17 bis 30, weiterhin aufweisend eine dritte Trenneinrichtung (88), die in Durchlaufrichtung

nach den beiden Transportsystemen (36, 38) - und sofern vorhanden nach der vierten Zuführeinrichtung (80) - angeordnet ist.

32. Vorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) nach einem der Ansprüche 17 bis 31, weiterhin aufweisend eine Steuereinrichtung (92) zum Ansteuern der Vorrichtung (10a; 10b; 10c; 10d) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 16.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

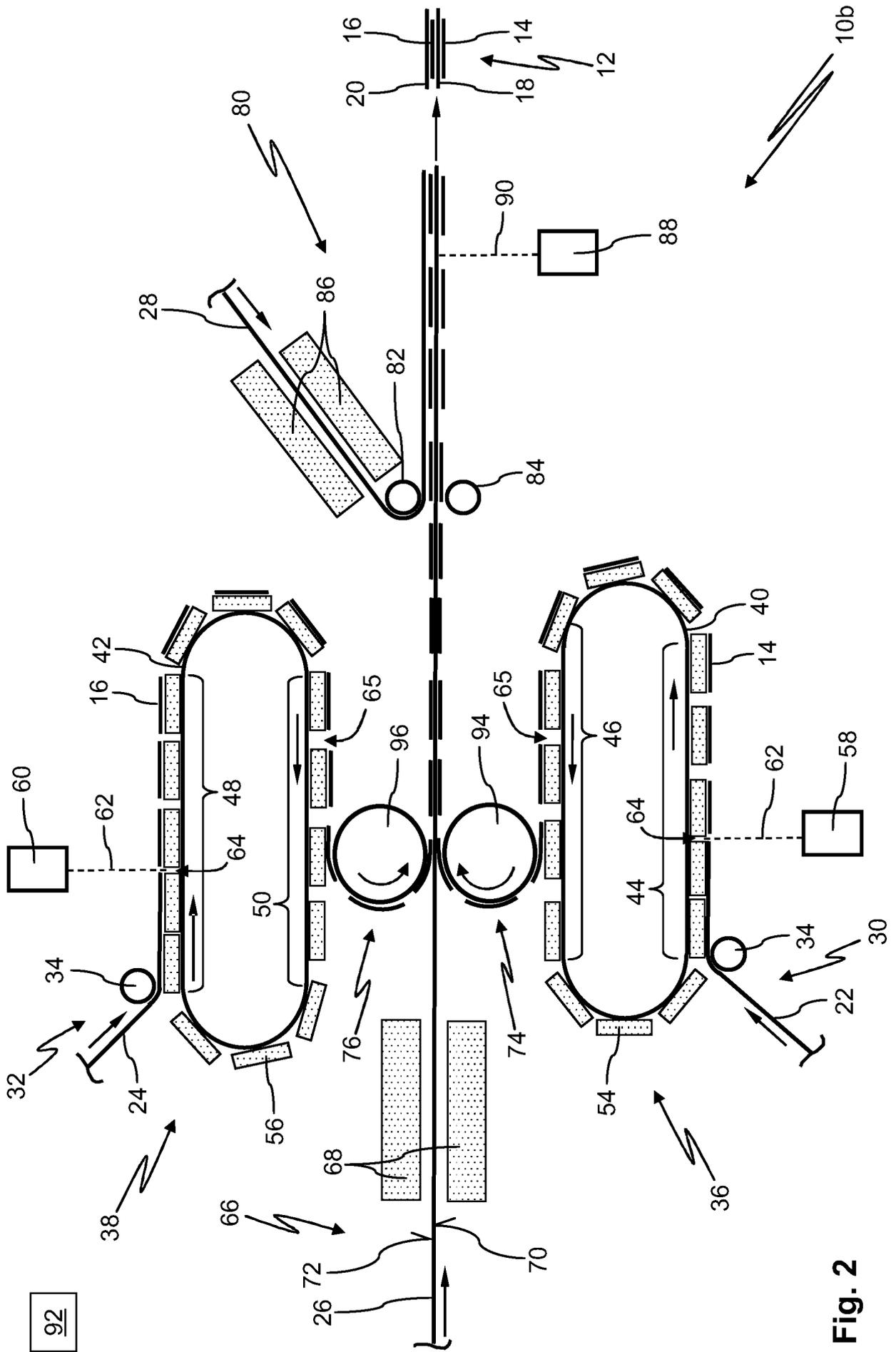


Fig. 2

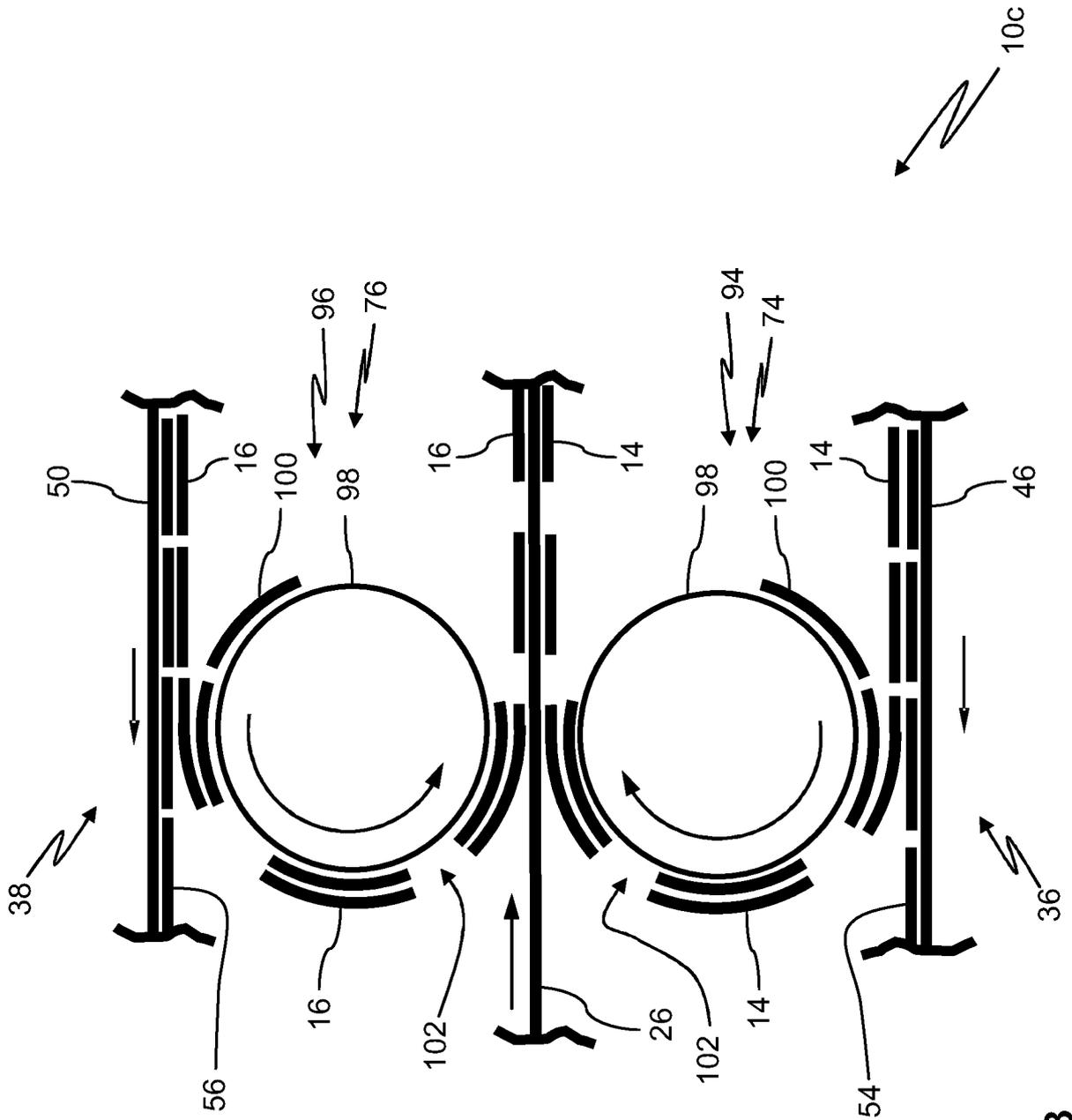


Fig. 3

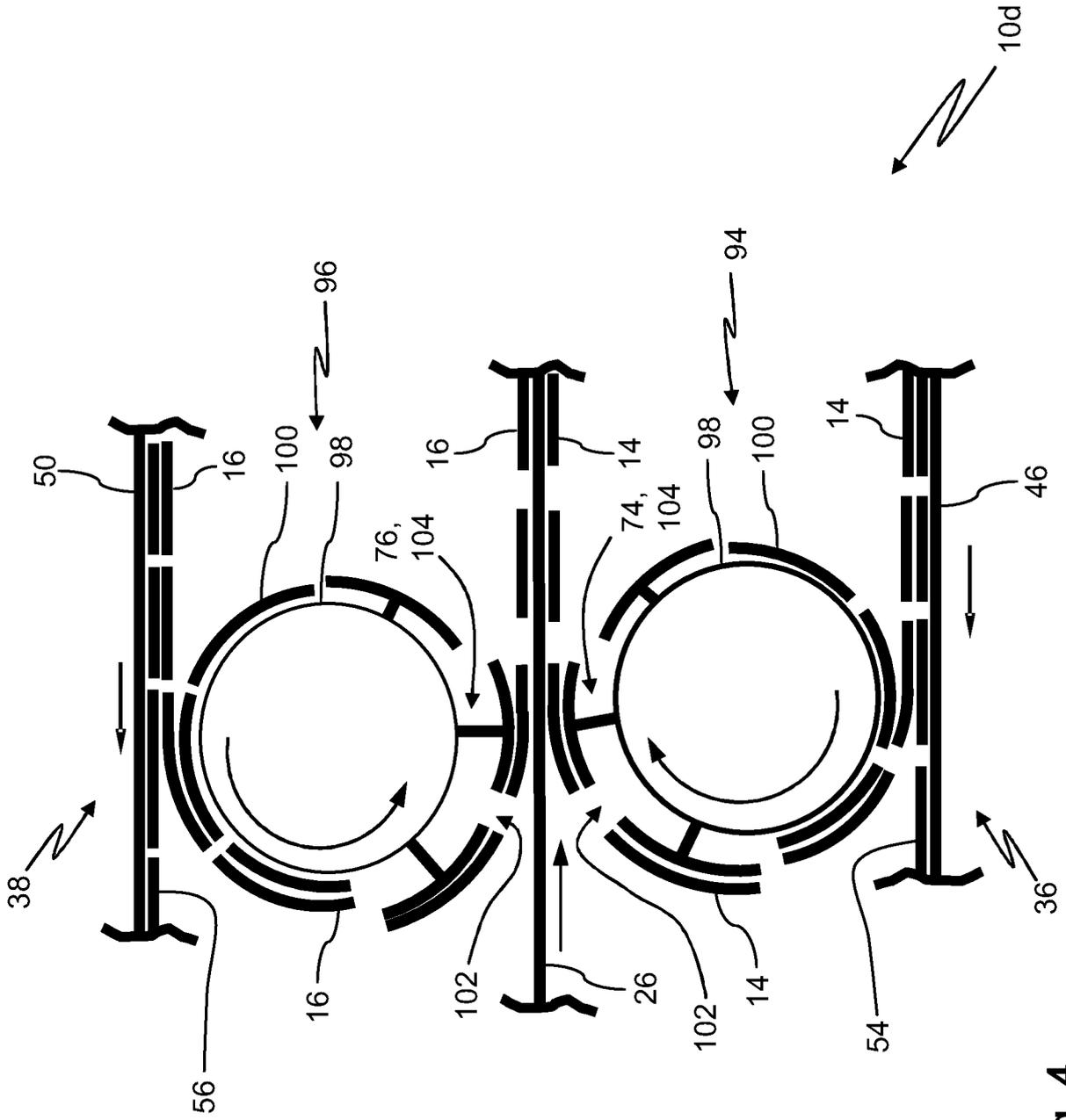


Fig. 4