



(10) **DE 10 2021 207 357 A1** 2023.01.12

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 207 357.3**
(22) Anmeldetag: **12.07.2021**
(43) Offenlegungstag: **12.01.2023**

(51) Int Cl.: **B65H 35/04 (2006.01)**
B65H 26/06 (2006.01)
B65H 20/00 (2006.01)
H01M 10/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
Körber Technologies GmbH, 21033 Hamburg, DE

(74) Vertreter:
**Müller Verweyen Patentanwälte Partnerschaft
mbB, 22763 Hamburg, DE**

(72) Erfinder:
**Kreysern, Jan, 21075 Hamburg, DE; Wagner,
Marcus, 22085 Hamburg, DE; Kleine Wächter,
Michael, 23881 Lankau, DE; Meinke, Karsten,
23879 Mölln, DE; Hofmann, Nils, 28870 Ottersberg,
DE; Klaper, Nils, 21423 Drage, DE; Folger,**

**Manfred, 21035 Hamburg, DE; Haul, Michael,
21529 Kröppelshagen-Fahrendorf, DE; Meins,
Thomas, 23898 Labenz, DE; Lüneburg, Michael,
21502 Geesthacht, DE; Kessler, Marc, Dr., 22415
Hamburg, DE; Diedrich, Daniel, 22767 Hamburg,
DE; Kelm, Mathias, 21447 Handorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

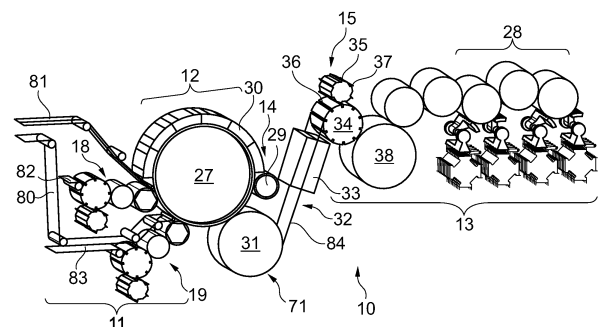
DE	10 2017 216 138	A1
DE	10 2017 216 213	A1
WO	2016/ 041 713	A1
WO	2020/ 192 845	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Maschine und Verfahren für die Energiezellen produzierende Industrie**

(57) Zusammenfassung: Eine Maschine (10) für die Energiezellen produzierende Industrie weist mindestens einen Zuführabschnitt (11) zum Zuführen von mindestens einer endlosen Separatorbahn (80, 81) und einer fortlaufenden Reihe einzelner Elektroden (93, 95); einen Sammel- und Verbindungsabschnitt (12) zum Übereinanderlegen der zugeführten Materialien, wodurch eine Materialformation (52) übereinandergelegter Materialien (95, 80, 93, 81) gebildet wird, mit einer Verbindungsvorrichtung (14) zum Verbinden der übereinandergelegten Materialien (95, 80, 93, 81) miteinander, wodurch eine endlose Separator-Elektroden-Verbundbahn (84) erzeugt wird; und einen Schneid- und Stapelabschnitt (13) mit einer Schneidvorrichtung (15) zum Zerschneiden der Separator-Elektroden-Verbundbahn (84) in einzelne Verbundeinheiten (85) und einer Stapelstation (28) zum Stapeln von Verbundeinheiten (85) zur Bildung eines Verbundeinheitenstapels (90) auf. Die Abschnitte (11-13) der Maschine (10) sind als im Wesentlichen kontinuierlich angetriebene Transportvorrichtungen ausgeführt, und/oder die Transportgeschwindigkeit im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt (11, 12) ist konstant oder liegt in einem Bereich von $\pm 25\%$ um eine mittlere Transportgeschwindigkeit, und/oder die Transportgeschwindigkeit beträgt im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt (11, 12) mindestens 300 Segmente pro Minute.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Maschine und ein Verfahren für die Energiezellen produzierende Industrie.

[0002] Energiezellen oder Energiespeicherzellen, etwa Batteriezellen, werden für galvanische Akkumulatoren beispielsweise in Kraftfahrzeugen, sonstigen Landfahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen verwendet, bei denen eine erhebliche Energiemenge über größere Zeiträume abrufbar gespeichert werden muss. Dazu weisen solche Energiezellen eine Struktur aus einer Vielzahl von zu einem Stapel gestapelter Segmente auf. Diese Segmente sind jeweils sich abwechselnde Anodenblätter und Kathodenblätter, die auch als Elektroden bezeichnet werden und durch ebenfalls als Segmente hergestellte Separatorblätter voneinander getrennt sind.

[0003] Vorrichtungen zur Herstellung von Batteriezellen sind beispielsweise aus der WO 2016/041713 A1 und der DE 10 2017 216 213 A1 bekannt.

[0004] Die Herstellung von Batteriezellen beispielsweise für Elektromobilität erfolgt heute auf Produktionsanlagen mit einer Leistung von 100 bis 240 Monozellen pro Minute. Diese arbeiten in Teilbereichen oder durchgehend mit getakteten, diskontinuierlichen Bewegungen, etwa Hin- und Her-Bewegungen, und sind damit hinsichtlich der Produktionsleistung limitiert. Ein Großteil der bekannten Maschinen arbeitet im Einzelblatt-Stapelverfahren, z.B. „Pick and Place“, mit dem Nachteil einer vergleichsweise langsamen Verarbeitung. Das Laminieren von Zellformationen ist hier nicht möglich.

[0005] Ein weiterer bekannter Ansatz ist eine Maschine mit kontinuierlich laufenden Materialbahnen und getakteten und/oder diskontinuierlich arbeitenden Werkzeugen, wie beispielsweise Trennmesser, Werkzeuge zur Teilungsänderung.

[0006] Prinzipiell sind Maschinen mit getakteten und/oder diskontinuierlichen Bewegungen leistungsmäßig begrenzt. Die mit Masse behafteten Teile, etwa Aufnahmen und Werkzeuge, müssen permanent beschleunigt und abgebremst werden. Die Prozesse bestimmen dabei die zeitlichen Abläufe und es wird dabei viel Energie verbraucht. Die Masse der bewegten Teile lässt sich nicht beliebig reduzieren. Häufig müssen schneller bewegte Teile höhere Belastungen ertragen und werden deshalb sogar aufwändiger und schwerer.

[0007] Um die Produktionskosten der Batterieherstellung zu senken, muss sich unter anderem die Produktionsleistung der Maschinen erhöhen.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Maschine und ein Verfahren bereitzustellen, die eine erhebliche Leistungssteigerung gegenüber herkömmlichen Maschinen und Verfahren aufweist.

[0009] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche. Die Maschine weist demnach mindestens einen Zuführabschnitt zum Zuführen von mindestens einer endlosen Separatorbahn und einer fortlaufenden Reihe einzelner Elektroden; einen Sammel- und Verbindungsabschnitt zum Übereinanderlegen der zugeführten Materialien, wodurch eine Materialformation übereinandergelegter Materialien gebildet wird, mit einer Verbindungsvorrichtung zum Verbinden der übereinandergelegten Materialien miteinander, wodurch eine endlose Separator-Elektroden-Verbundbahn erzeugt wird; und einen Schneid- und Stapelabschnitt mit einer Schneidvorrichtung zum Zerschneiden der Separator-Elektroden-Verbundbahn in einzelne Verbundeinheiten und einer Stapelstation zum Stapeln von Verbundeinheiten zur Bildung eines Verbundeinheitenstapels auf. Erfindungsgemäß sind die Abschnitte der Maschine als im Wesentlichen kontinuierlich angetriebene Transportvorrichtungen ausgeführt, und/oder die Transportgeschwindigkeit im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt ist konstant oder liegt in einem Bereich von $\pm 25\%$ um eine mittlere Transportgeschwindigkeit, und/oder die Transportgeschwindigkeit im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt beträgt mindestens 300 Segmente pro Minute, vorzugsweise mindestens 400 Segmente pro Minute, weiter vorzugsweise mindestens 600 Segmente pro Minute.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung wird also durch kontinuierlich arbeitende Vorrichtungen und die Anwendung kontinuierlich ablaufender Prozessschritte gelöst, wodurch die Produktionsgeschwindigkeit gegenüber dem Stand der Technik erheblich auf mindestens 300 Segmente pro Minute gesteigert werden kann. Mit der Erfindung gehen verringerte Energiekosten, weniger erforderliches Bedienpersonal und eine kleinere Maschinenstellfläche einher, wodurch die Produktionskosten insgesamt gesenkt werden können. Die Transportgeschwindigkeit im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt ist nach einem Aspekt der Erfindung konstant oder liegt in einem Bereich von $\pm 25\%$, vorzugsweise $\pm 10\%$, weiter vorzugsweise $\pm 5\%$ um eine mittlere Transportgeschwindigkeit, um eine durchgehend hohe und konstante Produktionsleistung zu erreichen.

[0011] Vorzugsweise ist der Schneid- und Stapelabschnitt vollständig oder zumindest überwiegend mit rotierend angetriebenen Trommeln und/oder Stempeln ausgeführt. Die Herstellung der Verbundeinheiten oder Monozellen auf kontinuierlich drehenden

Trommeln und/oder Stempeln und die Verwendung von rotierenden Schneidapparaten ermöglicht durchgehend einen kontinuierlichen Prozess zur Herstellung von Monozellen oder ähnlichen Materialeinheiten. Die eingangs genannten Nachteile werden damit überwunden. Die Aufnahme der Materialien auf Trommeln und/oder Stempeln bietet eine hohe Flexibilität. Weitere Trommeln zur Realisierung neuer Funktionen können je nach Bedarf eingefügt werden.

[0012] Wenn es für einzelne Prozessschritte vorteilhaft ist, können die Materialien auf eine Endlosbandvorrichtung zur Bearbeitung abgelegt und später wieder von einer Trommel aufgenommen werden. Umgekehrt ist auch die Abgabe von einer Trommel auf eine Endlosbandvorrichtung möglich. Damit kann für jeden Prozessschritt das optimale Verfahren und die optimale Vorrichtung (rotierend angetriebene Trommel oder fortlaufend angetriebene Endlosbandvorrichtung) vorgesehen werden.

[0013] Ein weiterer Vorteil ist, dass an Kontaktflächen zwischen materialführenden Maschinenteilen und dem Material keine nennenswerten Relativbewegungen auftreten. Nachteiliger Schlupf und dadurch verursachter Abrieb und Verschmutzungen, die die Qualität der Batteriezelle mindern, können weitestgehend vermieden werden. Die Ausschussrate kann somit reduziert werden.

[0014] In einer erfindungsgemäßen Ausführungsform weist der Sammel- und Verbindungsabschnitt eine Sammeltrommel auf, auf der die zugeführten Materialien zusammengeführt und übereinandergelegt werden. Das Zusammenführen aller Materialien auf einer kontinuierlich drehenden Sammeltrommel verspricht eine hohe Prozesssicherheit. In einer alternativen vorteilhaften Ausführungsform, die noch genauer erläutert wird, kann eine Sammelvorrichtung in Form einer Endlosbandvorrichtung oder eines Abschnitts einer Endlosbandvorrichtung vorgesehen sein.

[0015] Vorzugsweise weist der Zuführabschnitt mindestens einen Elektrodenherstellabschnitt mit mindestens einem Schneidapparat zum Zerschneiden einer endlos zugeführten Elektrodenbahn in einzelne Elektroden auf. Es müssen also der Maschine keine vorproduzierten Elektroden umständlich zugeführt und darin gehandhabt werden, sondern die Elektroden können als endlose Elektrodenbahn zugeführt und erst in der Maschine geschnitten werden. Dies trägt zu einer erhöhten Produktionsgeschwindigkeit bei. Der Schneidapparat weist vorteilhaft eine Messerwelle mit Messern auf, um Elektroden schnell und effektiv fortlaufend schneiden zu können. Vorzugsweise weist der Schneidapparat auch eine Schneidtrommel mit Nuten zum Eingreifen der Messer auf.

[0016] Vorzugsweise weist der Elektrodenherstellabschnitt eine Teilungsänderungsvorrichtung, insbesondere eine Teilungsänderungstrommel, zum Beabstanden der geschnittenen Elektroden voneinander in Förderrichtung auf. Dies ermöglicht die Fertigung von Monozellen, bei denen die Separatorblätter breiter sind als die Elektroden, was einer gängigen Anforderung entspricht.

[0017] Vorzugsweise weist die Verbindungsvorrichtung eine oder mehrere Laminierwalzen zur Laminierverbindung der Materialformation auf. Auf diese Weise kann das Verbinden der Materialien besonders schnell und materialschonend erfolgen. Vorteilhaft geschieht dies mittels Warmlaminieren. Der Sammel- und Verbindungsabschnitt weist daher vorzugsweise eine Heizeinrichtung zum Erwärmen der Materialformation vor dem Verbinden auf. Die Maschine weist vorzugsweise mindestens eine der Heizeinrichtung nachgeordnete Kühleinrichtung zum Kühlen von der Heizeinrichtung erwärmter Teile, insbesondere der Separator-Elektroden-Verbindungsbahn und/oder eines erwärmten Endlosbandes, auf. Das Verbinden der Materialien kann auch mittels Kaltlaminieren erfolgen.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Sammel- und Verbindungsabschnitt als mindestens abschnittsweise lineare Förderstrecke ausgebildet. Insbesondere weist die Förderstrecke vorteilhaft mindestens eine Endlosbandvorrichtung mit einem fortlaufend angetriebenen Endlosband auf. Im Vergleich zu der zuvor beschriebenen Ausführungsform sind anstelle der Sammel- und Laminiertrommel in diesem Fall demnach eine oder mehrere Endlosbandvorrichtungen vorgesehen. Auch in dieser Ausführung sind Transport und Bearbeitung der Materialien ohne Schlupf möglich.

[0019] Vorzugsweise ist das mindestens eine Endlosband zur Übertragung von Wärme von einer oder der Heizeinrichtung durch das Endlosband auf die Materialformation eingerichtet und angeordnet. In dieser Ausführung lässt sich die Heizeinrichtung in der Maschine thermisch einfacher kapseln als im Falle einer Laminiertrommel, ein modularer Ansatz ist besser umsetzbar und die durch die Heizeinrichtung definierte Heizstrecke kann einfacher verlängert werden. Vorteilhaft ist dabei mindestens eine unterhalb der Materialformation angeordnete untere Endlosbandvorrichtung und/oder mindestens eine oberhalb der Materialformation angeordnete obere Endlosbandvorrichtung vorgesehen, um eine beidseitige Erwärmung und/oder beidseitiges Laminieren zu ermöglichen. Das oder die Endlosbänder können zusätzlich oder alternativ auch zum Fördern der Materialformation durch die Förderstrecke dienen.

[0020] Während der auf einer Sammel- und Laminiertrommel beruhende Prozess eine bestimmte

Ablegereihenfolge der Materialien favorisiert, können in der vorliegenden Ausführungsform mit Endlosbandvorrichtung(en), insbesondere durch die Verwendung von beidseitigen Bandführungen, beliebige Ablegereihenfolgen von Elektroden und Separatorbahnen vorteilhaft umgesetzt werden.

[0021] Vorzugsweise weist die Förderstrecke mindestens eine Kühleinrichtung zum Kühlen des mittels der Heizeinrichtung erwärmten Endlosbandes auf, um der Maschine im Anschluss an das Laminieren nicht mehr benötigte Wärme wieder zu entziehen. Die Kühleinrichtung ist vorzugsweise auf der Rückführseite des Endlosbandes angeordnet, was zur Verringerung des benötigten Bauraums beiträgt.

[0022] Das Endlosband kann vorteilhaft metallisch sein, beispielsweise aus Edelstahl, was die Wärmeübertragung von der Heizeinrichtung auf die Materialformation begünstigt. Das Endlosband kann reibungsmindernd beschichtet sein, was insbesondere im Falle eines Kontakts der Materialformation mit dem Endlosband günstig ist, um eine Qualitätsbeeinträchtigung der Materialformation durch Reibung zu vermeiden.

[0023] Vorzugsweise weist die Förderstrecke eingangsseitig eine weitere Endlosbandvorrichtung oder einen Abschnitt einer Endlosbandvorrichtung zum Zusammenführen und Übereinanderlegen der zugeführten Materialien und Bildung der Materialformation auf. Die weitere Endlosbandvorrichtung oder der entsprechende Abschnitt einer Endlosbandvorrichtung ist dann anstelle der Sammeltrömmel in der eingangs genannten Ausführungsform vorgesehen. Dies ist im Falle von nachgelagerten wärmeübertragenden Endlosbandvorrichtungen weniger aufwändig und insgesamt günstiger als eine Sammeltrömmel.

[0024] In Förderrichtung nach der Verbindungsvorrichtung ist vorzugsweise mindestens eine Prüfvorrichtung zur Prüfung von Eigenschaften der Separator-Elektroden-Verbundbahn, insbesondere der Position der Elektroden und/oder elektrischer Eigenschaften, angeordnet. In Förderrichtung nach der Schneidvorrichtung ist vorzugsweise mindestens eine Prüfeinrichtung zur Prüfung von Eigenschaften der Verbundeinheiten, insbesondere der Position der Elektroden und/oder elektrischer Eigenschaften, angeordnet. Dies ist vorteilhaft, um wichtige Qualitätseigenschaften der Separator-Elektroden-Verbundbahn und/oder der Verbundeinheiten bereits während der Herstellung in der Maschine messen zu können. In Förderrichtung vor der Stapelstation kann vorteilhaft eine Auswerfvorrichtung, insbesondere eine rotierend angetriebene Auswerftrömmel, zum Auswerfen von der Prüfvorrichtung und/oder der Prüfeinrichtung als mangelhaft bewerteter Verbundeinheiten angeordnet sein. Auf diese Weise

wird eine gleichbleibende einwandfreie Qualität der Zellen in dem Zellenstapel sichergestellt.

[0025] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren für die Energiezellen produzierende Industrie, insbesondere zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Maschine. Das Verfahren weist mindestens folgende Schritte auf: Zuführen von mindestens einer endlosen Separatorbahn und einer fortlaufenden Reihe einzelner Elektroden; Zusammenführen und Übereinanderlegen der zugeführten Materialien, wodurch eine Materialformation übereinandergelegter Materialien gebildet wird, und Verbinden der übereinandergelegten Materialien miteinander, wodurch eine endlose Separator-Elektroden-Verbundbahn erzeugt wird; Zerschneiden der Separator-Elektroden-Verbundbahn in einzelne Verbundeinheiten und Stapeln von Verbundeinheiten zur Bildung eines Verbundeinheitenstapels. Erfindungsgemäß werden die Schritte mittels im Wesentlichen kontinuierlich angetriebener Transportvorrichtungen ausgeführt, die Transportgeschwindigkeit wird im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt konstant oder in einem Bereich von $\pm 25\%$ um eine mittlere Transportgeschwindigkeit gehalten, und/oder die Transportgeschwindigkeit beträgt im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt mindestens 300 Segmente pro Minute, vorzugsweise mindestens 400 Segmente pro Minute, weiter vorzugsweise mindestens 600 Segmente pro Minute, und/oder die Orientierung der Verbundeinheiten wird im Schneid- und Stapelabschnitt mehrfach geändert. Das letztere Merkmal wird insbesondere die vorteilhafte Verwendung rotierender Trommeln und/oder Stempel im Schneid- und Stapelabschnitt erreicht.

[0026] Die Erfindung wird im Folgenden anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht eines Monozellen-Stapels für eine Batteriezelle;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer Maschine zur Herstellung von Monozellen-Stapeln;

Fig. 3 eine Detailansicht auf die Maschine aus **Fig. 2** im Bereich des Zuführabschnitts;

Fig. 4 eine Detailansicht auf die Maschine aus **Fig. 2** im Bereich des Sammel- und Laminierabschnitts;

Fig. 5 eine Detailansicht, welche die Zuführung einer Separatorbahn zu der Sammeltrömmel zeigt;

Fig. 6 eine Detailansicht auf die Maschine aus **Fig. 2** im Bereich des Schneid- und Stapelabschnitts;

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht einer Maschine zur Herstellung von Monozellen-Stapeln in einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 8 eine Detailansicht auf die Maschine aus **Fig. 7** im Bereich des Zuführ-, Sammel- und Laminierabschnitts; und

Fig. 9 eine Detailansicht auf eine Maschine im Bereich des Zuführ-, Sammel- und Laminierabschnitts in einer abgewandelten Ausführungsform.

[0027] Im Folgenden wird zunächst der Aufbau eines Zellenstapels 90 unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben. Eine Monozelle 91 ist ein Schichtsystem bestehend aus übereinander gelegten Schichten, nämlich einem Separator 92, einer Anode 93, einem weiteren Separator 94 und einer Kathode 95. Zum Aufbau eines Monozellenstapels 90 wird eine Mehr- oder Vielzahl dieser Monozellen 91 übereinander gestapelt und mit einer Abschlusszelle 96 abgeschlossen. Diese Abschlusszelle 96 besteht beispielsweise aus einem Separator 92, einer Anode 93 und einem weiteren Separator 94 und stellt sicher, dass der Zellenstapel 90 jeweils mit einem Separator 92, 94 nach außen abgeschlossen wird.

[0028] Der Zellenstapel 90 dient insbesondere zum Aufbau eines nicht gezeigten elektrochemischen und/oder galvanischen Akkumulators, beispielsweise eines Lithium-Ionen-Akkus. Die Elektroden 93, 95 bestehen aus typischen Elektrodenmaterialien einer elektrochemischen und/oder galvanischen Akkumulatorzelle. Im Falle einer Lithium-Ionen-Zelle enthalten die Elektroden beispielsweise Lithium-Ionen. Die Separatoren dienen zur elektrischen Isolierung der Elektroden voneinander und bestehen beispielsweise aus einer Kunststoffolie, etwa aus einem thermoplastischen Material.

[0029] Derartige Zellenstapel 90 werden mittels einer Maschine 10 hergestellt, die im Weiteren unter Bezugnahme auf die **Fig. 2** bis **Fig. 9** beschrieben wird.

[0030] Die Maschine oder Herstellmaschine 10 fördert und verarbeitet Ausgangsmaterialien mit Förderrichtung von links nach rechts zu Zellenstapeln 90 und umfasst einen Zuführabschnitt 11 zum Zuführen von Ausgangsmaterialien, nämlich im Wesentlichen endlos zugeführter Separatorbahnen 80, 81 und Elektroden 93, 95 zu einem nachfolgend angeordneten Sammel- und Verbindungsabschnitt 12, in dem die Materialien 80, 81, 93, 95 zusammengeführt und übereinandergelegt werden. Der Sammel- und Verbindungsabschnitt 12 umfasst eine Verbindungsvorrichtung 14, die die übereinander gelegten Materialien 93, 80, 95, 81 zur Bildung einer endlosen Separator-Elektroden-Verbundbahn 84 miteinander

verbindet. In Förderrichtung hinter dem Sammel- und Verbindungsabschnitt 12 folgt ein Schneid- und Stapelabschnitt 13. Dieser umfasst eine Schneidvorrichtung 15 zum Zerschneiden der Separator-Elektroden-Verbundbahn 84 in einzelne Verbundeinheiten 85, beispielsweise Monozellen 91, und eine Stapelstation 28 zum Stapeln der Verbundeinheiten 85 zur Bildung von Zellenstapeln 90.

[0031] Die einzelnen Abschnitte 11-13 der Maschine werden im Folgenden genauer unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** bis **Fig. 6** erläutert.

[0032] Der in **Fig. 3** im Detail gezeigte Zuführabschnitt 11 umfasst Bahnführungselemente 16, beispielsweise Umlenkelemente wie Umlenkzapfen oder -rollen, und/oder Spannelemente wie Spannrollen, für die endlose Zuführung der Separatorbahnen 80, 81 zu der später zu erläuternden Sammelvorrichtung 17 des Sammel- und Laminierabschnitts 12.

[0033] Der Zuführabschnitt 11 umfasst Elektrodenherstellabschnitte 18, 19 zum Herstellen von Elektroden 93, 95, nämlich einen Anodenherstellabschnitt 18 zum Herstellen einzelner Anodenblätter oder Anoden 93 und einen Kathodenherstellabschnitt 19 zum Herstellen einzelner Kathodenblätter oder Kathoden 95. Die Elektrodenherstellabschnitte 18, 19 sind vorzugsweise gleichartig aufgebaut. Wenn im Folgenden beispielhaft der Anodenherstellabschnitt 18 beschrieben wird, ist die Beschreibung auf den Kathodenherstellabschnitt 19 übertragbar; entsprechende Teile des Kathodenherstellabschnitts 19 werden mit apostrophierten Bezugszeichen versehen. Es ist denkbar, dass die Maschine 10 nur einen Elektrodenherstellabschnitt 18, 19 für eine Sorte Elektroden (beispielsweise Anoden) aufweist und die andere Sorte Elektroden (beispielsweise Kathoden) der Maschine 10 bereits in vereinzelter Form zugeführt werden.

[0034] Die Elektrodenherstellabschnitte 18, 19 weisen Bahnführungselemente 16, beispielsweise Umlenkelemente wie Umlenkzapfen oder -rollen, und/oder Spannelemente wie Spannrollen, für die endlose Zuführung von Elektrodenbahnen 82, 83 zu jeweils einem Schneidapparat 20, 20' auf. Insgesamt werden also die Materialien Anode, Separator, Kathode, weiterer Separator, jeweils als Bahn 80-83 endlos, in den Figuren von links, zugeführt. Nicht gezeigte Elemente zur Regelung der Bahnkante oder der Bahnlage sind vorteilhaft vorgesehen.

[0035] Der rotierende Schneidapparat 20 dient zum Zerschneiden der endlos zugeführten Elektrodenbahn, hier der Kathodenbahn 83, in einzelne Elektroden, hier Kathoden 95. Der Schneidapparat 20 umfasst jeweils eine Messerwelle 21 und eine Schneidtrommel 22. Die Messerwelle 21 ist entlang ihres Umfangs mit Messern 23 bestückt. An der

Schneidtrommel 22 sind um ihren Umfang herum entsprechende Nuten 24 vorgesehen. Die Messerwelle 21 ist tangential zu der Schneidtrommel 22 angeordnet. Die Rotationsantriebe der Messerwelle 21 und der Schneidtrommel 22 sind so koordiniert, dass ein Messer 23, das in den Berührungsbereich der Messerwelle 21 und der Schneidtrommel 22 gelangt, in eine Nut 24 der Schneidtrommel 22 eingreift, um die Elektrodenbahn 83 zu schneiden.

[0036] Die Elektrodenbahn 83 wird an einem ersten Umfangspunkt von der Schneidtrommel 22 aufgenommen, in Rotationsrichtung der Schneidtrommel 22 gefördert, an einem zweiten Umfangspunkt von einem Messer 23 der Messerwelle 21 geschnitten, so dass einzelne Elektroden 95 entstehen, und mittels Vakuum von der Schneidtrommel 22 weitergefördert bis zu einem dritten Umfangspunkt, an dem die Elektroden 95 an ein nachfolgendes Förderelement, hier die Transporttrommel 25, abgegeben werden. Auf der Transporttrommel 25 werden die Elektroden 95 mit Vakuum gehalten und durch Rotation weitergefördert. Die Transporttrommel 25 kann auch zum Reinigen der Schnittkanten der Elektroden 95 dienen und in diesem Fall als Transport-/Reinigungstrommel bezeichnet werden. Die Teilungsänderungstrommel 26 dient dazu, die Elektroden 95 mit einem Abstand zueinander in Längsrichtung zu versehen. Dies ist erforderlich, weil in der Monozelle 91 die Separatoren 92, 94 gewöhnlich breiter sind als die Elektroden 93, 95. Die Teilungsänderungstrommel 26 kann auch in Förderrichtung vor der Transporttrommel 25 angeordnet sein (umgekehrte Reihenfolge).

[0037] Ein zentrales Element der Maschine 10 ist die Sammelvorrichtung 17, die hier als Sammeltrommel 27 ausgebildet ist. Die geschnittenen Elektroden 93, 95 und die nicht geschnittenen Separatorfolien 80, 81 werden auf die Sammelvorrichtung 17 aufgelegt. Dabei bestimmt der in **Fig. 1** gezeigte Aufbau einer Monozelle 91 die Ablagereihenfolge der Zuschnitte, d.h. der Elektroden 93, 95, und der Separatorbahnen auf der Sammelvorrichtung 17, hier der Sammeltrommel 27.

[0038] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden zuerst die Kathodenblätter oder Kathoden 95 mit dem durch die Teilungsänderungstrommel 26 erzeugten Abstand bei einer ersten Umfangsposition (Tangentialpunkt zwischen Teilungsänderungstrommel 26 und Sammeltrommel 27) auf der Sammeltrommel 27 abgelegt. Unmittelbar danach an einer zweiten Umfangsposition (Tangentialpunkt zwischen letzter Umlenkrolle 16 und Sammeltrommel 27) wird die Separatorbahn 80 über die Kathoden 95 gelegt. Der Abstand d zwischen der ersten Umfangsposition und der zweiten Umfangsposition (siehe **Fig. 5**) ist vorteilhaft geringer als die Ausdehnung der Elektroden 95 in Förderrichtung, damit die Elektroden 95 jederzeit sicher von der darüber gelegten Separator-

bahn 80 gehalten werden. Die Kathode 95 wird also solange von der übergebenden Trommel 26 gehalten, bis sie zwischen der Sammeltrommel 27 und der nachfolgend zugeführten Separatorfolie 80 aufgenommen und fixiert ist. Hierfür ist das Aufbringen einer entsprechenden Bahnspannung in der Separatorfolie 80 erforderlich.

[0039] Der beschriebene Vorgang wird anschließend mit der Anode 93 und der zweiten Separatorfolie 81 in gleicher Art ausgeführt. Analog werden daher an einer dritten Umfangsposition (Tangentialpunkt zwischen Teilungsänderungstrommel 26' und Sammeltrommel 27) die anderen Elektroden, hier die Anodenblätter oder Anoden 93, mit dem durch die Teilungsänderungstrommel 26' erzeugten Abstand auf der Sammeltrommel 27 abgelegt. Dabei wird die Anode 93 entsprechend den geometrischen Anforderungen der Monozelle 91 relativ zu der Kathode 95 positioniert. Unmittelbar danach an einer vierten Umfangsposition (Tangentialpunkt zwischen letzter Umlenkrolle 16' und Sammeltrommel 27) wird die weitere Separatorbahn 81 über die Anoden 93 gelegt. Der Abstand d' zwischen der dritten Umfangsposition und der vierten Umfangsposition (siehe **Fig. 3**) ist vorteilhaft geringer als die Ausdehnung der Elektroden 93 in Förderrichtung, damit die Elektroden 93 jederzeit sicher von der darüber gelegten Separatorbahn 81 gehalten werden.

[0040] Eine umgekehrte Zuführreihenfolge ist möglich, d.h. es können zuerst die Anoden 93, Separatorfolie 80 und danach die Kathoden 95 und Separatorfolie 81 der Sammelvorrichtung 17 zugeführt werden, wenn ein anderer Aufbau des Zellenstapels 90 oder der Monozellen 91 gewünscht ist. Auch eine außenliegende Elektrode 93, 95 ist realisierbar, beispielsweise unter Zuführung einer zusätzlichen Hilfsfolie.

[0041] Die Materialformation bestehend aus Separatorbahnen 80, 81 und dazwischen eingelegten Elektroden 93, 95 werden von der rotierend angetriebenen Sammeltrommel 27 weitergefördert und an einer fünften Umfangsposition, die beispielsweise mindestens 135° , weiter vorzugsweise mindestens 180° Winkelabstand von der vierten Umfangsposition aufweist, mittels einer Verbindungsvorrichtung 14, hier einer Laminiervorrichtung mit Laminierwalze 29, miteinander verbunden, wodurch eine einheitliche, endlose Separator-Elektroden-Verbundbahn 84 erzeugt wird. Die Laminierwalze 29 arbeitet mit einer definierten Kraft auf die Laminiertrommel 27, um den Laminiervorgang auszuführen. Das Ergebnis ist demnach eine endlose Bahn 84 aus geschnittenen und positionierten Elektroden 93, 95, die durch das Verbinden und/oder Laminieren mit den endlosen Separatorfolien 80, 81 verbunden sind. Das Laminieren erfolgt vorzugsweise unter Druck zwischen der Sammeltrommel 27 und der Laminierwalze 29, welche die Sammeltrommel 27 tangential

kontaktiert oder tangential gegen die Sammeltrommel 27 drückt und die dazwischen geförderten Materialien 80, 81, 93, 95 laminiert. Die Sammeltrommel 27 kann somit auch als Laminiertrommel oder als Sammel- und Laminiertrommel bezeichnet werden. In ihrer Funktion als Laminiertrommel 27 weist diese vorzugsweise eine glatte Oberfläche auf, was für den Laminiertprozess günstig ist.

[0042] Es ist möglich, statt einer Sammel- und Laminiertrommel 27, die beide Funktionen des Zusammenführens der Materialien 80, 81, 93, 95 und des Verbindens derselben miteinander wahrnimmt, zwei getrennte Trommeln vorzusehen, nämlich eine Sammeltrommel 27 und eine nachfolgende Verbindungs- oder Laminiertrommel.

[0043] Die Laminiervorrichtung 14 kann eine Warmlaminiervorrichtung oder eine Kaltlaminiervorrichtung sein. Im Falle der Warmlaminierung, d.h. wenn die Materialien 80, 81, 93, 95 warm laminiert werden, ist die Laminiertrommel 27 vorzugsweise beheizbar, etwa elektrisch oder mittels Durchleitung eines flüssigen oder gasförmigen erwärmten Mediums. Zusätzlich oder alternativ ist vorzugsweise außen am Umfang der Sammel-/Laminiertrommel 27 zwischen der vierten Umfangsposition und der Laminiertrommel 29 eine beispielsweise elektrische Heizeinrichtung 30 vorgesehen, die sich beispielsweise bogenförmig um die Sammel-/Laminiertrommel 27 erstreckt, wie in **Fig. 4** gezeigt.

[0044] Andere Arten der Verbindung der Materialien 80, 81, 93, 95 durch die Verbindungsvorrichtung 14 sind möglich, beispielsweise mittels Laserschweißen.

[0045] Aufgrund hoher Produktionsleistungen werden insbesondere im Falle einer Warmlaminiervorrichtung 14 erhebliche Energiemengen der Materialformation 80, 81, 93, 95 auf der Laminiertrommel 27 zugeführt. Um einen Teil dieser Wärme gezielt aus dem Prozess abzuführen, ist nachfolgend vorzugsweise eine Kühleinrichtung 31 für die Separator-Elektroden-Verbundbahn 84 vorgesehen. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Kühltrommel 71 handeln, an welche die laminierte Verbundbahn 84 von der Laminiertrommel 27 übergeben wird. Die Kühleinrichtung 31 ist beispielsweise elektrisch oder mittels Durchleiten eines Kühlmediums kühlbar, um der warmen Verbundbahn 84 gezielt Wärme zu entziehen. Zugleich bekommen die Materialien der Verbundbahn 84 schneller wieder ihre gewöhnlichen mechanischen Eigenschaften.

[0046] Zwischen der Verbindungsvorrichtung 14 und der Schneideinrichtung 15 kann eine vorteilhaft lineare Prüfstrecke 32 vorgesehen sein, die eine oder mehrere Prüfeinrichtungen 33 insbesondere zur Prüfung der Positionen der Anoden und Katho-

den in der Verbundbahn 84 aufweist. Es können beispielsweise eine oder mehrere optische Prüfeinrichtungen 33, etwa eine oder mehrere Kameras, vorgesehen sein. Möglich ist an dieser Stelle, d.h. im Bereich der Prüfstrecke 32, auch eine Abfolge mehrerer Trommeln, auf denen bei Bedarf zusätzliche Funktionen realisiert sein können.

[0047] Der nachfolgende Schneid- und Stapelabschnitt 13 erstreckt sich von der Schneidvorrichtung 15 bis zu der Stapelstation 28 und ist in **Fig. 6** gezeigt. Mittels der Schneidvorrichtung 15 wird die Verbundbahn 84 in einzelne Separator-Elektroden-Verbundeinheiten geschnitten, und zwar beispielsweise jeweils in dem Streifen zwischen zwei Elektroden, wodurch Monozellen 91 wie in **Fig. 1** gezeigt entstehen. Es ist auch denkbar, Bögen mit einer Mehrzahl von Monozellen 91 zu schneiden, die zu einem späteren Zeitpunkt in einzelne Monozellen 91 geschnitten werden. Die Schneidvorrichtung 15 ist vorteilhaft gleichartig aufgebaut wie die Schneidapparate 20, 20' und umfasst vorzugsweise eine Schneidtrommel 34 mit Nuten 36, über die die Verbundbahn 84 geführt wird, und eine Messerwalze 35 mit Messern 37, die tangential zu der Schneidtrommel 34 und durch Eingreifen der Messer 37 in die Nuten 36 infolge der koordinierten Rotation beider Trommeln 34, 35 die Verbundbahn 84 schneidet.

[0048] Der Schneid- und Stapelabschnitt 13 umfasst vorzugsweise eine nachfolgende Prüftrommel 38, an der mittels einer entsprechenden Prüfeinrichtung elektrische Eigenschaften der einzelnen Verbundeinheiten oder Monozellen 91 gemessen werden. Beispielsweise kann eine Prüfung der geometrischen Form der Elektroden 93, 95 und/oder des elektrischen Widerstands der Monozellen 91 durchgeführt werden.

[0049] Anschließend an die Prüftrommel 38 kann eine Transporttrommel 39 vorgesehen sein. Anstelle oder zusätzlich zu der Transporttrommel 39 kann auch eine weitere Prüftrommel vorgesehen sein, beispielsweise für die geometrischen Form der Elektroden 93, 95, wenn an der Prüftrommel 38 der elektrische Widerstand der Monozellen 91 geprüft wird, oder umgekehrt.

[0050] Der Schneid- und Stapelabschnitt 13 umfasst vorzugsweise eine der mindestens einen Prüftrommel 38 nachfolgende Auswerftrommel 40. Verbundeinheiten oder Monozellen 91, die von der Prüfeinrichtung an der mindestens einen Prüftrommel 38 oder einer der Prüfeinrichtungen 33 als fehler- oder mangelhaft bewertet werden, beispielsweise hinsichtlich ihrer Form, oder wenn der elektrische Widerstand nicht im Rahmen eines zulässigen Toleranzbereichs liegt, können von der Auswerftrommel 40 vorzugsweise nach unten ausgeschleust werden.

[0051] Das nachfolgende Trommelsystem der Stapelstation 28 dient zum Stapeln der Verbundeinheiten oder Monozellen 91. Die Stapelstation 28 umfasst in der Ausführungsform gemäß **Fig. 6** eine Entnahmetrommel 41, welche die Verbundeinheiten oder Monozellen 91 weiterfördert und nach unten an mindestens einen, vorzugsweise zwei Segmenttrommeln 42, 43 übergibt. Jede Segmenttrommel 42, 43 übernimmt jeweils eine Verbundeinheit oder Monozelle 91 von der Entnahmetrommel 41 und legt sie in einem Magazin einer jeweils zugeordneten Magazinrommel 44, 45 ab. In dem Magazin der Magazinrommel 44, 45 wird auf diese Weise ein Zellenstapel 90 aufgestapelt. Sobald ein Magazin gefüllt und der Zellenstapel 90 vollständig ist, rotiert die Magazinrommel 44, 45, hier beispielsweise um 90° oder 180°, bis das nächste leere Magazin in den Wirkungsbereich der entsprechenden Segmenttrommel 42, 43 gelangt und gefüllt werden kann. Die fertigen Zellenstapel 90 werden von der Magazinrommel 44, 45 beispielsweise nach unten zur weiteren Verarbeitung abgegeben.

[0052] Die Stapelstation 28 kann mindestens eine weitere Entnahmetrommel 47 mit entsprechenden Segmenttrommeln 48, 49 und Magazinrommeln 50, 51 aufweisen, um die Verarbeitungsgeschwindigkeit in der Stapelstation 28 zu erhöhen. Verbundeinheiten oder Monozellen können mittels einer Übergabetrommel 46 von der Entnahmetrommel 41 an die weitere Entnahmetrommel 47 übergeben werden. Die Anzahl der Übergabetrommeln 46 zwischen den Entnahmetrommeln 41, 47 ist vorteilhaft ungerade, damit die Orientierung der Monozellen 91 in sämtlichen Zellenstapeln 90 gleich ist.

[0053] Jede Segmenttrommel 42, 43, 48, 49 weist vorteilhaft mindestens einen um die Trommelachse drehbar gelagerten Entnahmestempel 63, 64 auf, der jeweils zur Aufnahme eines Segments bzw. einer Verbundeinheit 85 bzw. einer Monozelle 91 eingerichtet ist. In einer bevorzugten Ausführungsform weist jede Segmenttrommel 42, 43, 48, 49 eine Mehrzahl von beispielsweise zwei jeweils um die Trommelachse drehbar gelagerte Entnahmestempel 63, 64 auf, wie in **Fig. 6** gezeigt. Diese werden koordiniert von einer elektronischen Steuerungseinrichtung angesteuert und sind vorzugsweise unabhängig voneinander um die Trommelachse drehbar. Der Vorteil einer Mehrzahl von Entnahmestempeln 63, 64 pro Segmenttrommel 42, 43, 48, 49 besteht in einer erhöhten Verarbeitungsgeschwindigkeit, weil beispielsweise ein Entnahmestempel 63 ein Segment aufnimmt, während der andere Entnahmestempel 64 parallel ein anderes Segment abgibt.

[0054] Vorzugsweise ist jedem Paar bestehend aus Segmenttrommel 42, 43, 48, 49 und zugeordneter Magazinrommel 44, 45, 50, 51 eine maschinenfeste Abstreifeinrichtung in Form eines kammartigen

Abstreifteiles 77 mit einer Mehrzahl von parallel zueinander angeordneten Abstreifstegen zugeordnet. Jeder Entnahmestempel 63, 64 weist an seinem Außenumfang parallele Schlitze 78 auf, in welche das Abstreifteil 77 während der Umlaufbewegung des Entnahmestempels 63, 64 mit seinen Abstreifstegen in Eingriff gelangt, wodurch das an der Außenseite des Entnahmestempels 63, 64 gehaltene Verbundeinheit während der Umlaufbewegung des Entnahmestempels 63, 64 in ein Magazin der entsprechenden Magazinrommel 44, 45, 50, 51 abgestreift wird.

[0055] Wie aus dem oben beschriebenen ersichtlich ist, ist die Maschine 10 vorteilhaft im Wesentlichen als Trommelmaschine ausgeführt. Demnach ist mindestens eine überwiegende Mehrzahl der Förder- und Funktionseinheiten in der Maschine als rotierend angetriebene Trommeln 21, 21', 22, 22', 25, 25', 26, 26', 27, 29, 31, 34, 35, 38-51 ausgeführt. Der Rotationsantrieb der Trommeln kann beispielsweise elektrisch sein. Jede Trommel kann beispielsweise einen eigenen elektrischen Rotationsantrieb (Einzelantrieb) aufweisen. Sämtliche Trommeln rotieren kontinuierlich oder quasi-kontinuierlich, aber nicht zwingend mit konstanter Geschwindigkeit. Auf sämtlichen oder einer Teilanzahl von Trommeln, mit möglicher Ausnahme der Sammel- und Laminiertrommel 27, werden die Materialien vorzugsweise mittels Vakuum gehalten. Unter bestimmten Bedingungen sind zusätzlich oder alternativ zu Vakuum mechanische Haltelemente möglich. Das Halten der Materialien, insbesondere der Elektrodenzuschnitte 93, 95, auf der Sammel- und Laminiertrommel 27, mit mechanischen Elementen und/oder mit Vakuum ist möglich, wenn auch nicht zwingend, und so auszuführen, dass ungewollte Abdrücke vermieden werden.

[0056] Bevorzugte alternative Ausführungsformen der Maschine 10 sind in den **Fig. 7** bis **Fig. 9** gezeigt. Diese unterscheiden sich von der Ausführungsform gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 6** darin, dass eine oder mehrere wesentliche Funktionen in dem Sammel- und Verbindungsabschnitt 12 mittels Endlosbandvorrichtungen 55A, 55B, 57 (anstelle von rotierend angetriebenen Trommeln) ausgeführt sind.

[0057] Der Sammel- und Verbindungsabschnitt 12 weist vorteilhaft mindestens eine, vorzugsweise mindestens zwei Endlosbandvorrichtungen 55A, 55B auf, deren Hauptfunktion darin besteht, Wärme von jeweils einer entsprechenden Heizeinrichtung 30A, 30B auf die Materialformation 52 zu übertragen. Dies wird im Folgenden genauer erläutert.

[0058] Jede Endlosbandvorrichtung 55A, 55B weist ein entsprechendes, endlos umlaufendes Endlosband 56A, 56B auf. Jedes der Endlosbänder 56A, 56B wird mittels Umlenkzapfen oder -rollen 59 umge-

lenkt. Jeweils einer der Umlenkzapfen oder -rollen 59 ist vorteilhaft als Antriebswalze ausgebildet, um das entsprechende Endlosband 56A, 56B kontinuierlich fortlaufend antreiben zu können. Der der Materialformation 52 zugewandte Teil des Endlosbandes 56A, 56B wird in dessen Förderrichtung und vorzugsweise mit gleicher Geschwindigkeit wie die Materialformation 52 bewegt, damit es zwischen dem Endlosband 56A, 56B und der Materialformation 52 nicht zu einer ggf. reibungsbehafteten Relativbewegung kommt.

[0059] Vorzugsweise in der durch das Endlosband 56A, 56B gebildeten Schlaufe ist jeweils eine der Materialformation 52 zugewandte Heizeinrichtung 30A, 30B angeordnet. Die Heizeinrichtung 30A, 30B erwärmt den der Materialformation 52 zugewandten Teil des jeweils zugeordneten Endlosbandes 56A, 56B. Die der Materialformation 52 zugewandten Teile des Endlosbandes 56A, 56B geben die Wärme an die dazwischen angeordnete Materialformation 52 weiter. Das Endlosband 56A, 56B besteht aus einem hinreichend wärmeleitenden Material. Beispielsweise kann es sich um ein Band aus Edelstahl handeln. Die Heizeinrichtungen 30A, 30B können in dieser Ausführungsform linear geformt und angeordnet sein, was einfacher zu realisieren ist als die bogenförmige Anordnung um eine Sammel- und Laminiertrommel 27 (**Fig. 2** und **Fig. 4**).

[0060] In den Ausführungsformen gemäß **Fig. 7** bis **Fig. 9** weist der Sammel- und Verbindungsabschnitt 12 auf beiden Seiten der Materialformation 52 jeweils eine Endlosbandvorrichtung 55A, 55B und jeweils eine Heizeinrichtung 30A, 30B auf, nämlich eine untere Endlosbandvorrichtung 55A und untere Heizeinrichtung 30A, die unterhalb der Materialformation 52 angeordnet sind, und eine obere Endlosbandvorrichtung 55B und obere Heizeinrichtung 30B, die oberhalb der Materialformation 52 angeordnet sind. Die beiden Endlosbandvorrichtungen 55A, 55B ermöglichen in Kombination mit den beiden Heizeinrichtungen 30A, 30B eine vorteilhafte beidseitige Erwärmung der Materialformation 52 vor dem Laminieren.

[0061] Die Endlosbänder 56A, 56B können die Materialformation 52 kontaktieren. Beispielsweise kann die Materialformation 52 auf das untere Endlosband 56A aufgelegt und durch dieses geführt sein. Im Falle der Kontaktierung kann das entsprechende Endlosband 56A, 56B eine reibungsmindernde Beschichtung aufweisen oder besonders glatt ausgeführt sein. Nicht-kontaktierende Ausführungsformen sind möglich.

[0062] Ausführungsformen mit einem wärmeübertragendem Endlosband 56A oder 56B auf nur einer Seite der Materialformation 52 sind denkbar.

[0063] Vorzugsweise ist auf beiden Seiten der Materialformation 52 jeweils eine Laminierwalze 29A, 29B vorgesehen, um eine beidseitige Laminierung und somit eine festere Verbindung der Materialien in der Materialformation 52 zu ermöglichen. Die Laminierwalzen 29A, 29B sind vorzugsweise an der gleichen Position in Förderrichtung angeordnet, wie aus **Fig. 7** bis **Fig. 9** ersichtlich, damit jede Laminierwalze 29A (29B) jeweils die von der anderen Laminierwalze 29B (29A) ausgeübten Kräfte in der Art eines Gegenlagers aufnehmen kann. Ausführungsformen mit nur einer Laminierwalze 29A, oder 29B sind möglich.

[0064] Die Laminierwalzen 29A, 29B können in der von dem jeweiligen Endlosband 56A, 56B gebildeten Schlaufe angeordnet sein, wie in **Fig. 7** bis **Fig. 9** gezeigt. In diesem Fall drücken die Laminierwalzen 29A, 29B jeweils auf den der Materialformation 52 zugewandten Abschnitt des Endlosbandes 56A, 56B und dieses überträgt den Laminierdruck auf die dazwischen angeordnete Materialbahn 52. Alternativ ist es möglich, dass die Laminierwalzen 29A, 29B außerhalb der von dem jeweiligen Endlosband 56A, 56B gebildeten Schlaufe, unmittelbar anschließend an die Endlosbandvorrichtungen 55A, 55B angeordnet sind. In diesem Fall drücken die Laminierwalzen 29A, 29B jeweils direkt auf die dazwischen angeordnete Materialformation 52.

[0065] Die oder jede Endlosbandvorrichtung 55A, 55B weist vorzugsweise eine Kühleinrichtung 54A, 54B auf, welche der Maschine 10 die von der oder den Heizeinrichtungen 30A, 30B eingetragene Wärme entzieht. Die Kühleinrichtung 54A, 54B kann vorteilhaft zum Kühlen eines zugeordneten Endlosbandes 56A, 56B vorgesehen und angeordnet sein und das zugeordnete Endlosband 56A, 56B zu diesem Zweck umschließen, wie in den **Fig. 7** bis **Fig. 9** gezeigt. Die Kühleinrichtung 54A, 54B ist vorteilhaft auf der der Materialformation 52 abgewandten Rückführseite des Endlosebandes 56A, 56B, d.h. an dem Rücktrum, angeordnet, wie in den **Fig. 7** bis **Fig. 9** gezeigt. Die Kühleinrichtungen 54A, 54B können vorteilhaft linear geformt und angeordnet sein. Dies hat Vorteile im Vergleich zu der Kühltrommel 71 gemäß **Fig. 2** bis **Fig. 4**, weil das Kühlmittel oder der Kühlstrom einfacher zugeführt werden kann.

[0066] In Förderrichtung nach den Laminierwalzen 29A, 29B schließt sich auch in diesen Ausführungsformen vorteilhaft eine Prüfstrecke 32 mit einer oder mehreren Prüfeinrichtungen 33 an.

[0067] Der Sammel- und Verbindungsabschnitt 12 weist in der Ausführungsform gemäß den **Fig. 7** und **Fig. 8** eine weitere Endlosbandvorrichtung 60 mit einem entsprechenden Endlosband 57 auf, die in Förderrichtung vor den zuvor beschriebenen Endlosbandvorrichtungen 55A, 55B angeordnet ist. Die weitere Endlosbandvorrichtung 60 dient als Sammel-

vorrichtung zum Zusammenführen und Übereinanderlegen der von dem Zuführabschnitt 11 zugeführten und auf dem Endlosband 57 in der entsprechenden Reihenfolge abgelegten Materialien 93, 80, 95, 81. Auf diese Weise wird an dem in Förderrichtung hinteren Ende der Endlosbandbandvorrichtung 60 die Materialformation 52 auf dem Endlosband 57 gebildet. Die Endlosbandvorrichtung 60 weist ebenfalls mindestens einen Umlenkzapfen oder eine Umlenkrolle 61 zur Bandumlenkung und mindestens eine Antriebswalze 62 zum fortlaufenden Umlauf des Endlosbandes 57 auf.

[0068] In der bevorzugten Ausführungsform gemäß **Fig. 9** ist anstelle einer separaten Sammel-Endlosbahnvorrichtung 60 die untere Endlosbandvorrichtung 55A nach vorne, d.h. in Richtung zu dem Zuführabschnitt 11 hin verlängert und bildet dadurch einen Sammel-Endlosbahnabschnitt 58. Eine separate Sammel-Endlosbahnvorrichtung 60 wie in den **Fig. 7** und **Fig. 8** ist hier entbehrlich, deren Funktion wird hier von der unteren Endlosbandvorrichtung 55A in dem vorgelagerten Sammel-Endlosbahnabschnitt 58 mit übernommen.

[0069] Nach dem zuvor Gesagten kann die untere Endlosbandvorrichtung 55A, 60 und/oder 55A entweder geteilt (**Fig. 7**, **Fig. 8**) oder durchgehend (**Fig. 9**) ausgeführt sein. Die weitere Endlosbandvorrichtung 60 gemäß **Fig. 7** und **Fig. 8** und der vorgelagerte Endlosbandabschnitt 58 gemäß **Fig. 9** bilden in diesen Ausführungsformen die Sammelvorrichtung 17, die hier demnach mit einem Endlosband 57 und/oder 55A und nicht in Form einer rotierenden Trommel ausgeführt ist.

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

- WO 2016041713 A1 [0003]
- DE 102017216213 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Maschine (10) für die Energiezellen produzierende Industrie, wobei die Maschine mindestens aufweist:

- einen Zuführabschnitt (11) zum Zuführen von mindestens einer endlosen Separatorbahn (80, 81) und einer fortlaufenden Reihe einzelner Elektroden (93, 95);
- einen Sammel- und Verbindungsabschnitt (12) zum Zusammenführen und Übereinanderlegen der zugeführten Materialien, wodurch eine Materialformation (52) übereinandergelegter Materialien (95, 80, 93, 81) gebildet wird, mit einer Verbindungsvorrichtung (14) zum Verbinden der übereinandergelegten Materialien (95, 80, 93, 81) miteinander, wodurch eine endlose Separator-Elektroden-Verbindungsbahn (84) erzeugt wird;
- einen Schneid- und Stapelabschnitt (13) mit einer Schneidvorrichtung (15) zum Zerschneiden der Separator-Elektroden-Verbindungsbahn (84) in einzelne Verbundeinheiten (85) und einer Stapelstation (28) zum Stapeln von Verbundeinheiten (85) zur Bildung eines Verbundeinheitenstapels (90); wobei die Abschnitte (11-13) der Maschine (10) als im Wesentlichen kontinuierlich angetriebene Transportvorrichtungen ausgeführt sind, und/oder die Transportgeschwindigkeit im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt (11, 12) konstant ist oder in einem Bereich von $\pm 25\%$ um eine mittlere Transportgeschwindigkeit liegt, und/oder die Transportgeschwindigkeit im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt (11, 12) mindestens 300 Segmente pro Minute beträgt.

2. Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abschnitt (13) der Maschine (10) zumindest überwiegend mit rotierend angetriebenen Trommeln (21, 21', 22, 22', 25, 25', 26, 26', 27, 29, 31, 34, 35, 38-51) und/oder Stempeln ausgeführt ist.

3. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammel- und Verbindungsabschnitt (12) eine Sammeltrommel (27) aufweist, auf der die zugeführten Materialien (93, 80, 95, 81) zusammengeführt und übereinandergelegt werden.

4. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zuführabschnitt (11) mindestens einen Elektrodenherstellabschnitt (18, 19) mit mindestens einem Schneidapparat (20, 20') zum Zerschneiden einer endlos zugeführten Elektrodenbahn (22, 22') in einzelne Elektroden (93, 95) aufweist.

5. Maschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schneidapparat (20,

20') eine Messerwelle (21, 21') mit Messern (23, 23') aufweist.

6. Maschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schneidapparat (20, 20') eine Schneidtrommel (22, 22') mit Nuten (24, 24') zum Eingreifen der Messer (23, 23') aufweist.

7. Maschine nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektrodenherstellabschnitt (18, 19) eine Teilungsänderungsvorrichtung, insbesondere eine Teilungsänderungstrommel (26, 26'), zum Beabstanden der geschnittenen Elektroden (93, 95) voneinander in Förderrichtung aufweist.

8. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsvorrichtung (14) eine oder mehrere Laminierwalzen (29; 29A, 29B) zur Laminierverbindung der Materialformation (52) aufweist.

9. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammel- und Verbindungsabschnitt (12) eine Heizeinrichtung (30) zum Erwärmen der Materialformation (52) vor dem Verbinden aufweist.

10. Maschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maschine (10) mindestens eine Kühleinrichtung (54) zum Kühlen von der Heizeinrichtung erwärmter Teile (56A, 56B, 84) aufweist.

11. Maschine nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sammel- und Verbindungsabschnitt (12) mindestens abschnittsweise als lineare Förderstrecke (53) ausgebildet ist.

12. Maschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Förderstrecke (53) mindestens eine Endlosbandvorrichtung (55A, 55B) mit einem fortlaufend angetriebenen Endlosband (56A, 56B) aufweist.

13. Maschine nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Endlosband (56A, 56B) zur Übertragung von Wärme von einer Heizeinrichtung (30A, 30B) durch das Endlosband (56A, 56B) auf die Materialformation (52) eingerichtet und angeordnet ist.

14. Maschine nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Förderstrecke (53) mindestens eine unterhalb der Materialformation (52) angeordnete untere Endlosbandvorrichtung (55A) und/oder mindestens eine oberhalb der Materialformation (52) angeordnete obere Endlosbandvorrichtung (55B) aufweist.

15. Maschine nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Förderstrecke (53) eine Kühleinrichtung (54A, 54B) zum Kühlen des Endlosbandes (55A, 55B) aufweist.

16. Maschine nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühleinrichtung (54A, 54B) auf der Rückführseite des Endlosbandes (56A, 56B) angeordnet ist.

17. Maschine nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Endlosband (56A, 56B) metallisch und/oder beschichtet ist.

18. Maschine nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Förderstrecke (53) eingangsseitig eine weitere Endlosbandvorrichtung (57) oder einen Abschnitt (58) einer Endlosbandvorrichtung (55A) zum Zusammenführen und Übereinanderlegen der zugeführten Materialien (95, 80, 93, 81) aufweist.

19. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Förderrichtung nach der Verbindungsvorrichtung (14) mindestens eine Prüfvorrichtung (33) zur Prüfung von Eigenschaften der Separator-Elektroden-Verbundbahn (84), insbesondere der Position der Elektroden (93, 95) und/oder elektrischer Eigenschaften, angeordnet ist.

20. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Förderrichtung nach der Schneidvorrichtung (15) mindestens eine Prüfeinrichtung (38) zur Prüfung von Eigenschaften der Verbundeinheiten (85), insbesondere der Position der Elektroden (93, 95) und/oder elektrischer Eigenschaften, angeordnet ist.

21. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Förderrichtung vor der Stapelstation (28) eine Auswerfvorrichtung, insbesondere eine rotierend angetriebene Auswerftrommel (40), zum Auswerfen von der Prüfvorrichtung (33) und/oder der Prüfeinrichtung (38) als mangelhaft bewerteter Verbundeinheiten (85) angeordnet ist.

22. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stapelstation (28) mindestens eine jeweils zwischen einer Entnahmetrommel (41, 47) und einer Magazin-trommel (44, 45), angeordnete Segmenttrommel (42, 43, 48, 49) aufweist.

23. Maschine nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Segmenttrommel (42, 43, 48, 49) mindestens einen, vorzugsweise eine Mehrzahl, um die Trommelachse drehbar gelagerten Entnahmestempel (63, 64) aufweist, der jeweils

zur Aufnahme einer Verbundeinheit (85) eingerichtet ist.

24. Maschine nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen jeder Segmenttrommel (42, 43, 48, 49) und zugeordneter Magazin-trommel (44, 45, 50, 51) eine maschinen-feste Abstreifeinrichtung in Form eines kammartigen Abstreifteiles (77) angeordnet ist.

25. Verfahren für die Energiezellen produzierende Industrie, insbesondere zum Betreiben einer Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Verfahren mindestens folgende Schritte aufweist:

- Zuführen von mindestens einer endlosen Separatorbahn (80, 81) und einer fortlaufenden Reihe einzelner Elektroden (93, 95);
- Zusammenführen und Übereinanderlegen der zugeführten Materialien, wodurch eine Materialformation (52) übereinandergelegter Materialien (95, 80, 93, 81) gebildet wird, und Verbinden der übereinandergelegten Materialien (95, 80, 93, 81) miteinander, wodurch eine endlose Separator-Elektroden-Verbundbahn (84) erzeugt wird;
- Zerschneiden der Separator-Elektroden-Verbundbahn (84) in einzelne Verbundeinheiten (85) und Stapeln von Verbundeinheiten (85) zur Bildung eines Verbundeinheitenstapels (90); wobei die Schritte mittels im Wesentlichen kontinuierlich angetriebener Transportvorrichtungen ausgeführt werden, und/oder die Transportgeschwindigkeit im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt (11, 12) konstant oder in einem Bereich von $\pm 25\%$ um eine mittlere Transportgeschwindigkeit gehalten wird, und/oder die Transportgeschwindigkeit im Zuführ-, Sammel- und Verbindungsabschnitt (11, 12) mindestens 300 Segmente pro Minute beträgt, und/oder die Orientierung der Verbundeinheiten (85) im Schneid- und Stapelabschnitt (13) mehrfach geändert wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

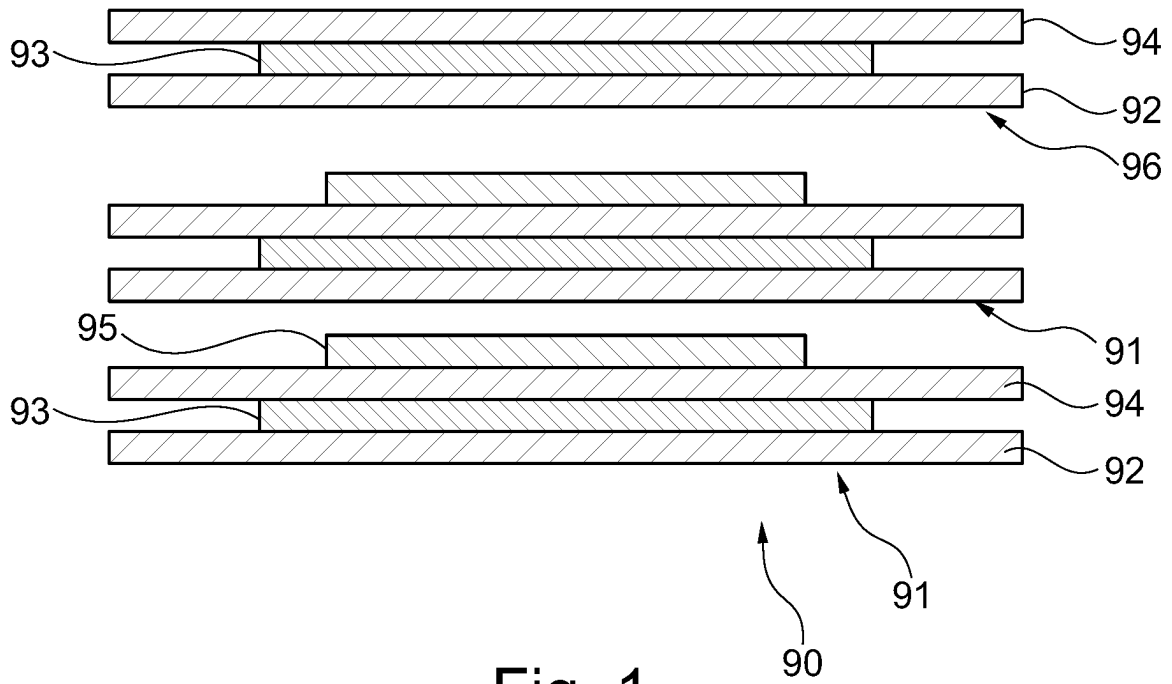


Fig. 1

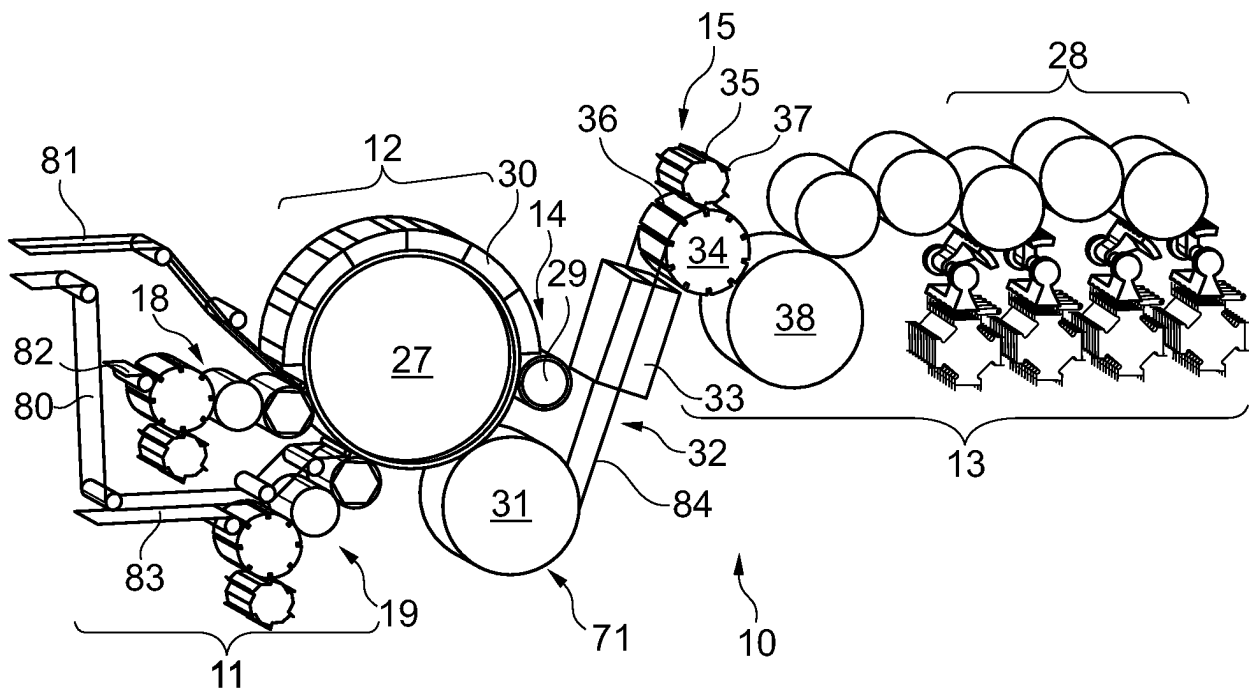


Fig. 2

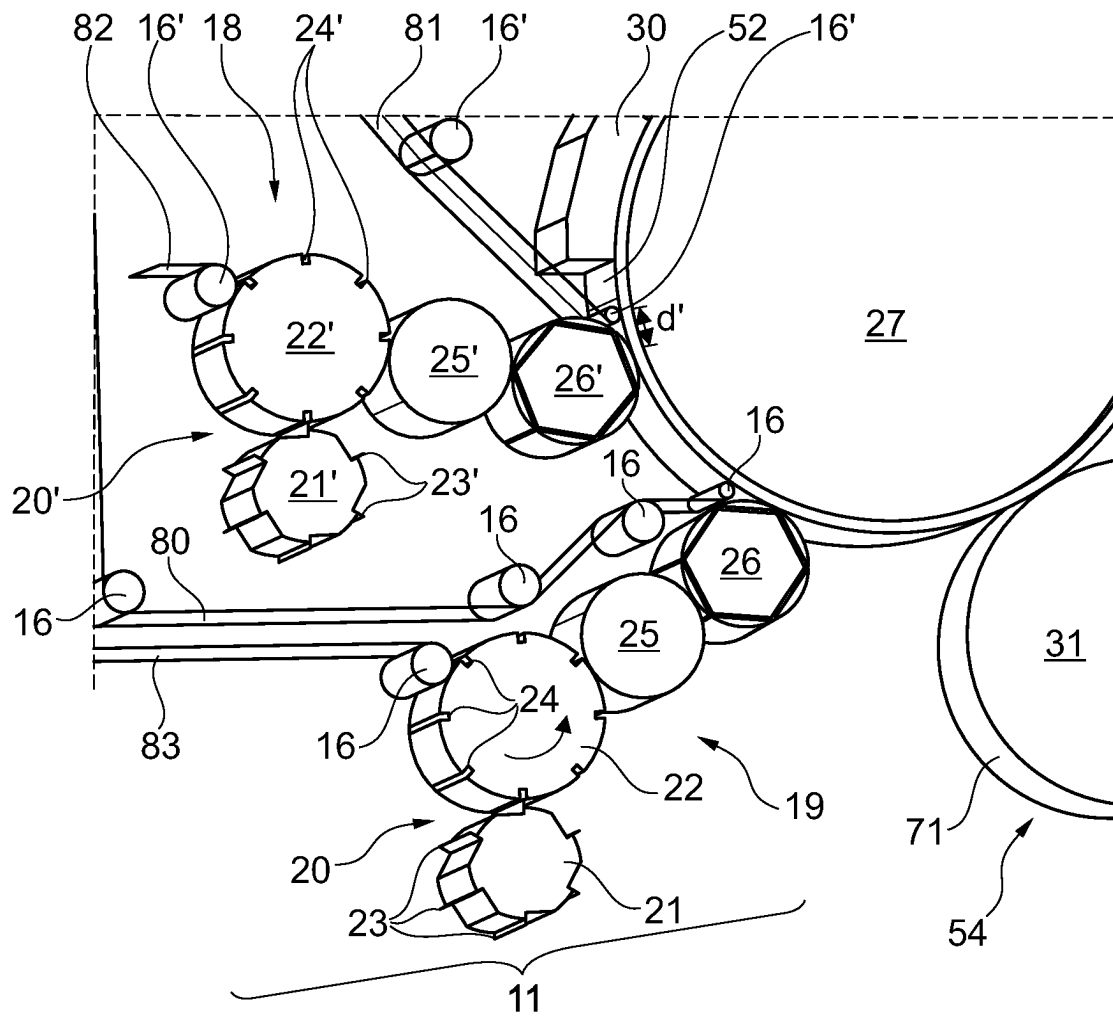


Fig. 3

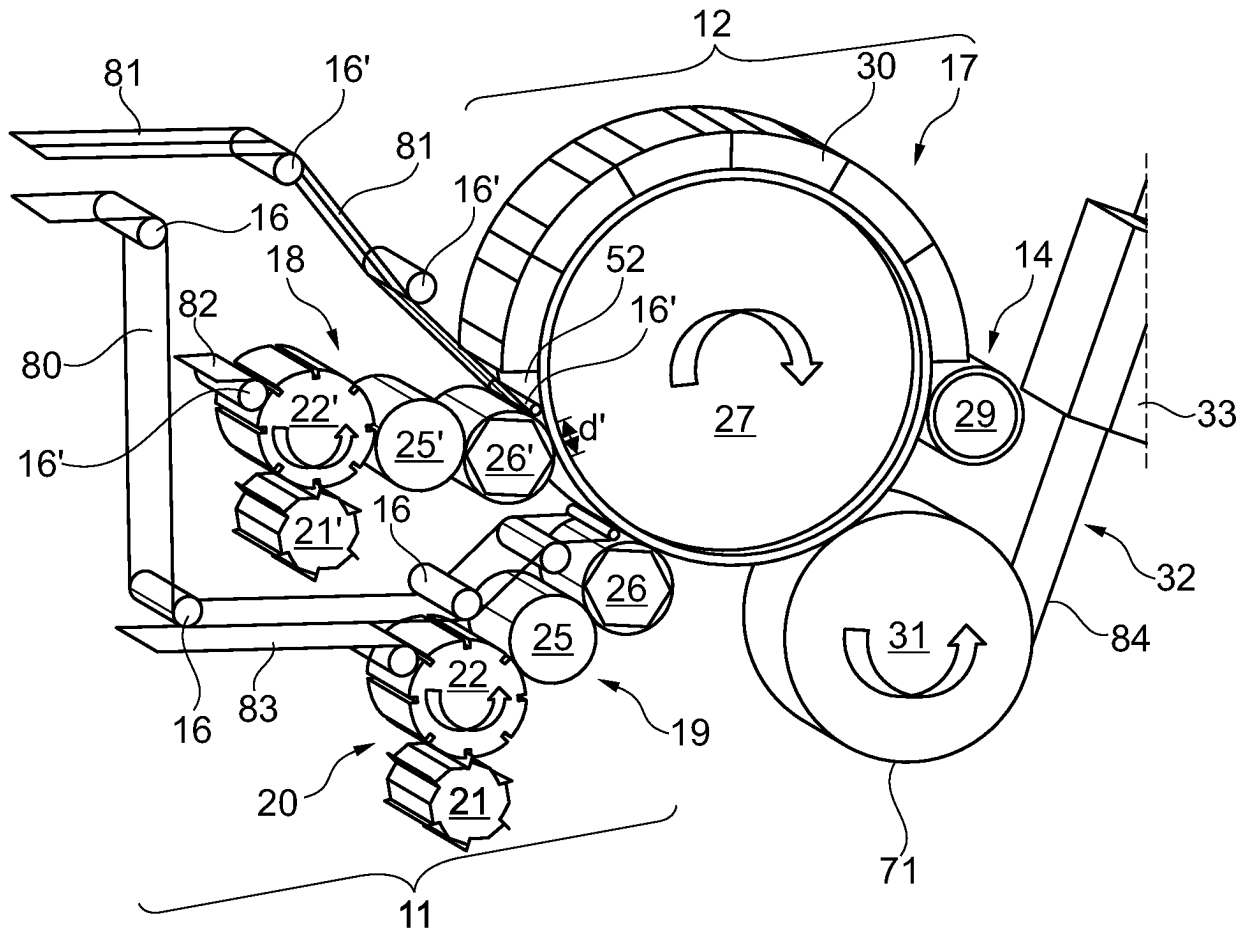


Fig. 4

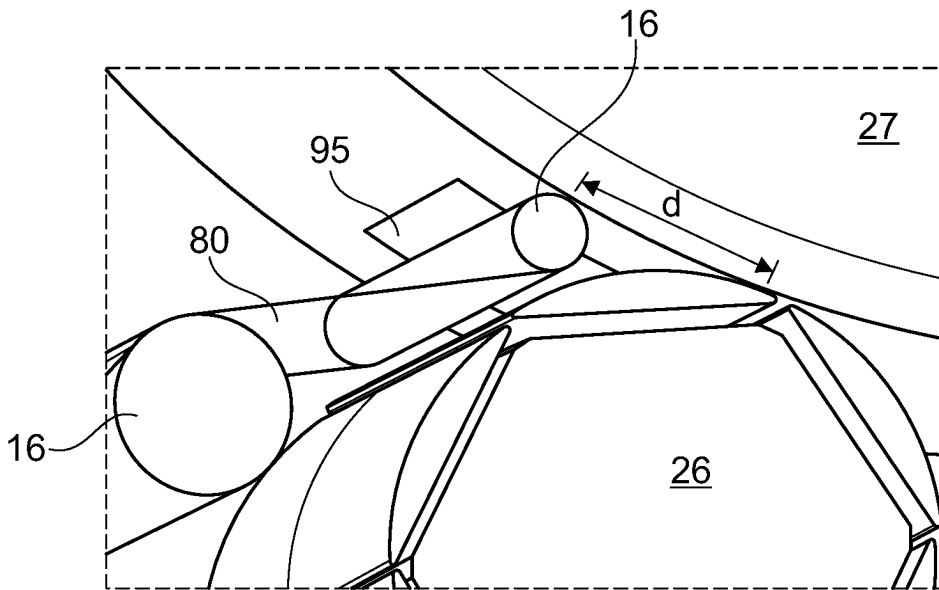


Fig. 5

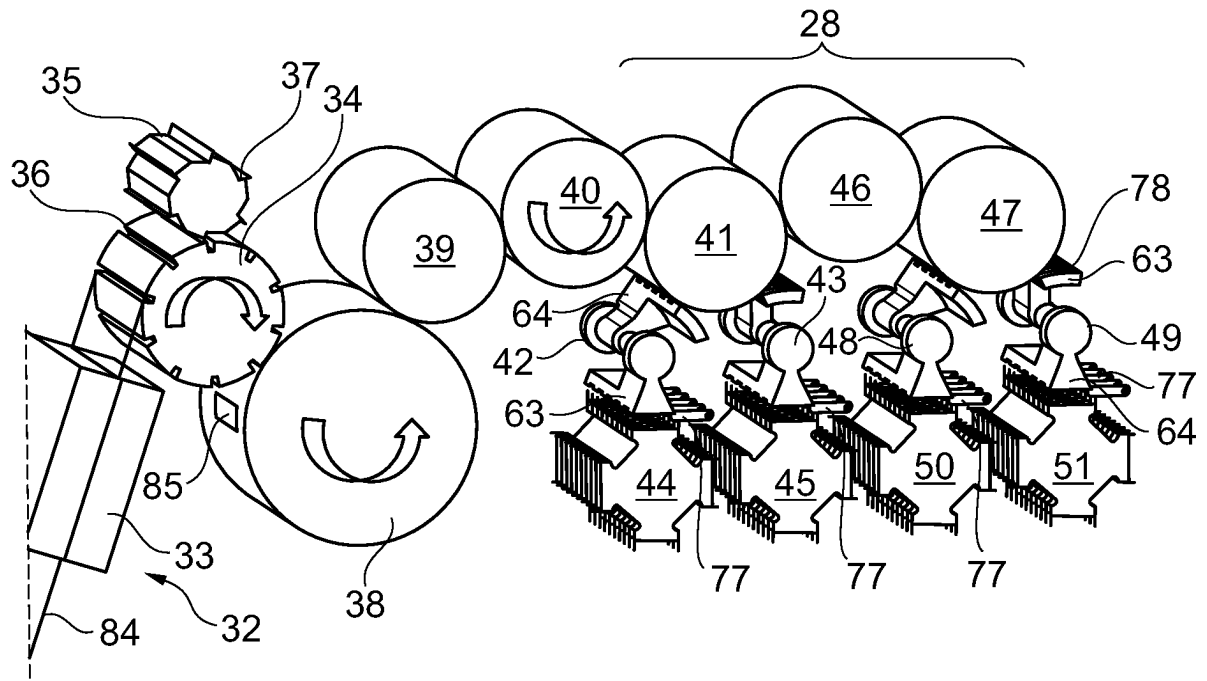


Fig. 6

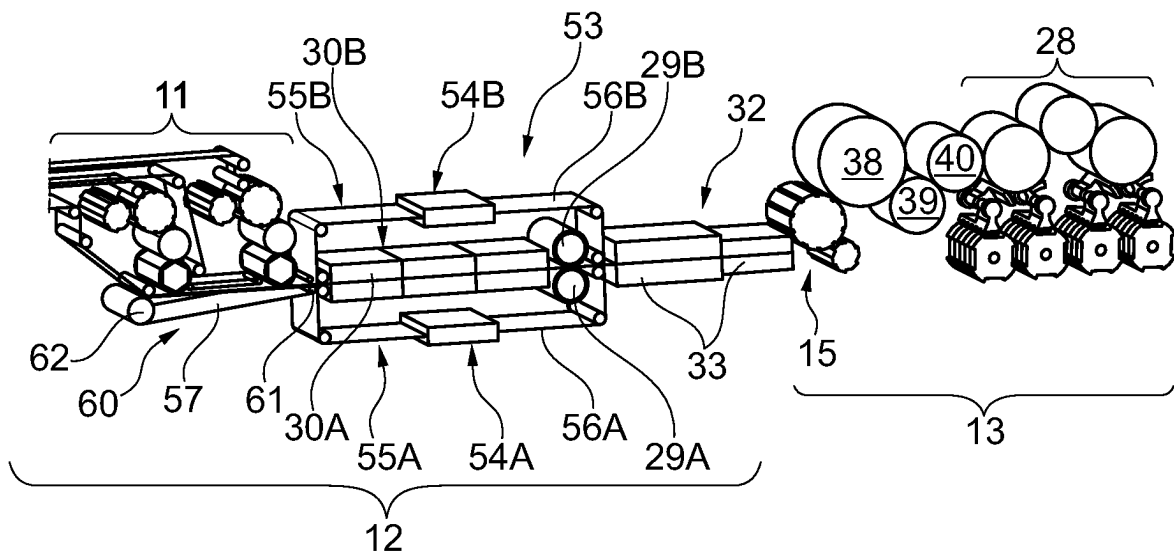


Fig. 7

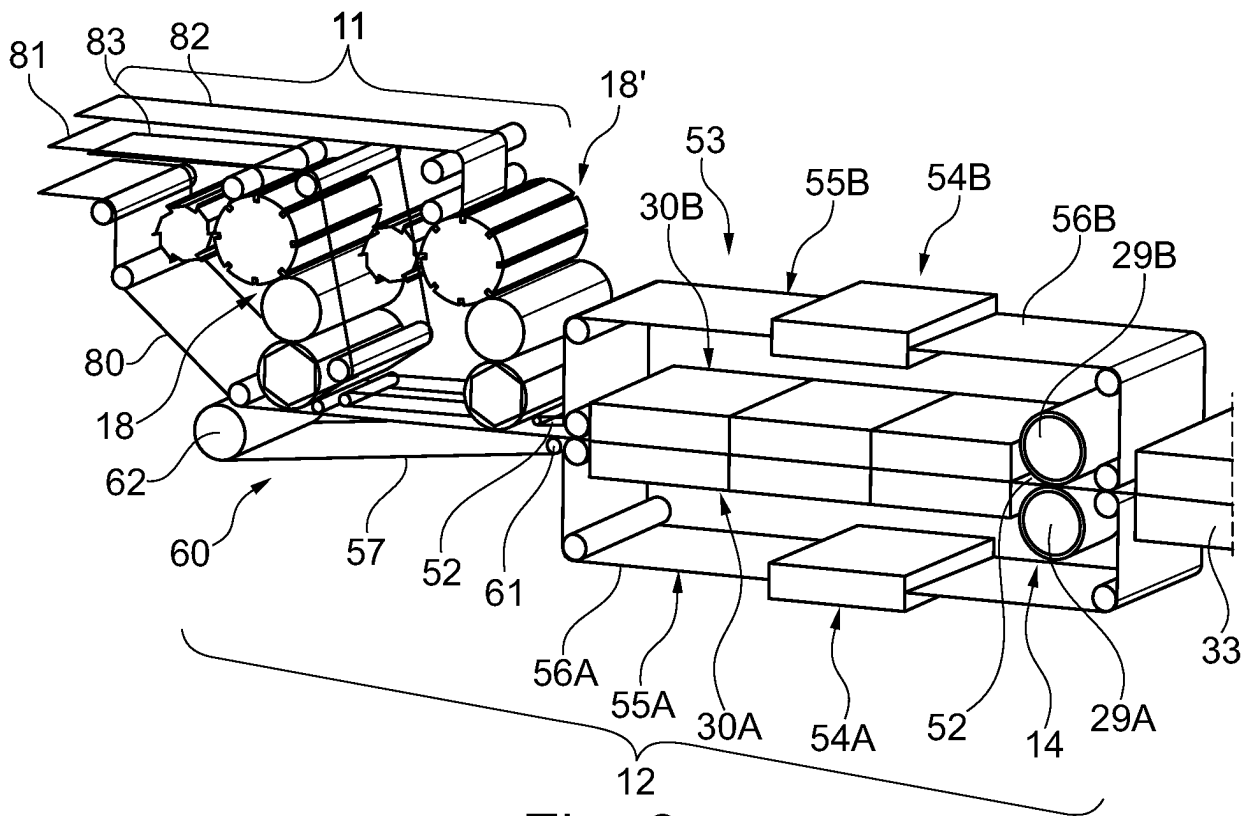


Fig. 8

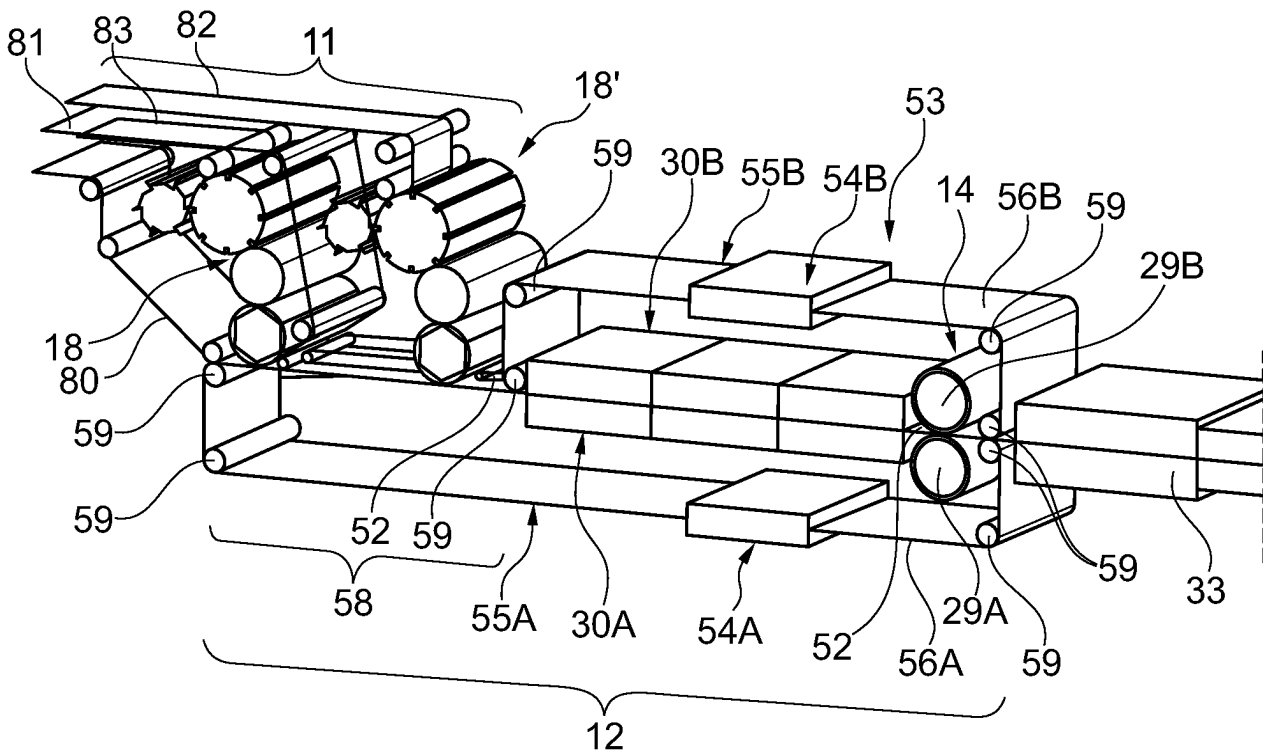


Fig. 9