



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 04 890 T2 2005.08.25**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 340 284 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 04 890.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/13083**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 928 777.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/043179**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.04.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **30.05.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.09.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **11.08.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.08.2005**

(51) Int Cl.7: **H01M 10/40**

**H01M 8/10, H01M 10/04, H01M 6/18,
B65H 31/28**

(30) Unionspriorität:

718584 22.11.2000 US

(73) Patentinhaber:

3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**HANSON, J., Eric, Saint Paul, US; WHEELER, R.,
John, Saint Paul, US; MILLER, Alan, Saint Paul,
US; PRITCHARD, B., David, Saint Paul, US;
PETERSON, Donald, Saint Paul, US; JACOBSON,
R., John, Saint Paul, US; MISSLING, J., Jeffrey,
Saint Paul, US; DOBBS, N., James, Saint Paul, US;
KRAMLICH, C., David, Saint Paul, US**

(54) Bezeichnung: **ROTATIONSMASCHINE UND VERFAHREN FÜR DIE LAMINIERUNG VON ANODE UND KATHODE
EINER ELEKTROCHEMISCHEN DÜNNSCICHT-ANORDNUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

ERFINDUNGSGEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Laminierapparaturen und -verfahren und insbesondere sich Rotationsumformungslaminierapparaturen und -verfahren.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Es sind verschiedene Laminierapparaturen und -verfahren entwickelt worden, um aus Folienmaterial konstruierte Produkte herzustellen. Viele herkömmliche Laminieransätze verwenden einen Schneidmechanismus, der eine Materialfolie in kleine Segmente schneidet. Die individuellen Segmente werden dann manuell oder mechanisch ausgerichtet und als Teil eines separaten Laminierungsprozesses geschichtet. Die geschichtete Struktur wird dann durch einen entsprechenden Kräfteerzeugungsmechanismus Laminierungskräften ausgesetzt.

[0003] Ungeachtet der Vielfalt an gegenwärtig verfügbaren herkömmlichen Laminierungs- und Stapelungsansätzen eignen sich viele derartige Ansätze nicht gut für Anwendungen, die relativ hohe Niveaus an Produktivität, Automatisierung und Flexibilität erfordern. Beispielsweise sind viele herkömmliche Laminierungsprozesse nicht in der Lage, variierende Materialarten, Foliengrößen und Folienformen zu berücksichtigen. Viele dieser verfügbaren Laminierungstechniken sind nicht gut geeignet oder anpaßbar, um mehrere Bahnen unterschiedlicher Materialien autonom und kontinuierlich zu laminieren, wie dies bei der Konstruktion beispielsweise von elektrochemischen Dünnschicht-Laminatstrukturen in der Regel erforderlich ist.

[0004] Es besteht ein Bedarf an einer verbesserten Vorrichtung und einem verbesserten Verfahren zum Laminieren von Filmen und Folienmaterialien variierender Arten, Farben, Formen und Größen. Es besteht ein besonderer Bedarf an einer verbesserten Vorrichtung und einem verbesserten Verfahren zum Laminieren von Schichten aus Materialien für elektrochemische Zellen und zum Herstellen elektrochemischer Elementarzellen zur Verwendung bei der Konstruktion von Dünnschicht-Festkörperbatterien. Die vorliegende Erfindung kommt diesem Bedarf und anderen nach.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Die vorliegende Erfindung richtet sich im allgemeinen auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum drehbaren Schneiden und/oder Laminieren geschichteter Strukturen oder von Folienmaterial, die/das von Bahnen getragen werden/wird. Die vorliegende Erfindung richtet sich außerdem auf eine

Vorrichtung und ein Verfahren zum drehbaren Schneiden geschichteter Strukturen oder von Folienmaterial, die/das von einer Bahn getragen werden/wird, und das Laminieren von geschnittenen geschichteten Strukturen/Folien auf anderes Bahnmaterial, so daß man zwischen benachbarten geschnittenen geschichteten Strukturen/Folien einen Abstand erhält. Zusätzliche strukturelle und Prozeßmerkmale der vorliegenden Erfindung stellen ferner ein Schneiden durch das andere Bahnmaterial, aber nicht völlig durch ein Trägermaterial der anderen Bahn, innerhalb des Abstands zwischen benachbarten geschnittenen geschichteten Strukturen/Folien bereit.

[0006] Im Kontext der Konstruktion einer elektrochemischen Zelle formt eine Rotationsumformungsvorrichtung und -verfahren der vorliegenden Erfindung eine Kathodenschichtstruktur aufweisende Bahn und eine Anodenschichtstruktur aufweisende Bahn in eine Reihe geschichteter elektrochemischer Zellenstrukturen um, die von einem Trennmaterial getragen werden. Der Einsatz eines Rotationsumformungsprozesses der vorliegenden Erfindung sorgt unter anderen Vorzügen für die Herstellung eines Produkts mit einer fertigen Größe ohne die Notwendigkeit für späteres oder anschließendes Schneiden.

[0007] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sorgen eine Vorrichtung und ein Verfahren für die Produktion einer Reihe elektrochemischer Dünnschicht-Elementarzellen. Eine Bahn (Kathodenbahn), die eine sich mit einer ersten Geschwindigkeit bewegende Kathodenschichtstruktur aufweist, wird in eine Reihe von Kathodenfolien geschnitten. Jede der Kathodenfolien wird mit einer zweiten Geschwindigkeit bewegt, die gleich der oder größer als die erste Geschwindigkeit ist. Jede der sich mit der zweiten Geschwindigkeit bewegenden Kathodenfolien wird auf eine Bahn (Anodenbahn) laminiert, die eine sich mit der zweiten Geschwindigkeit bewegende Anodenschichtstruktur aufweist, um eine laminierte Elementarzelle mit einem Raum zwischen benachbarten Kathodenfolien herzustellen. Die laminierte Anodenbahn wird innerhalb des Raums zwischen benachbarten Kathodenfolien geschnitten, um eine Reihe von Elementarzellenfolien herzustellen.

[0008] Bei einer besonderen Ausführungsform beinhaltet das Schneiden der Kathodenbahn das Schneiden eines Teils der Kathodenbahn und Entfernen überschüssiger Kathodenbahn. Bei dieser Ausführungsform ist der Raum zwischen benachbarten Kathodenfolien eine Funktion einer Größe und/oder einer Form der entfernten überschüssigen Kathodenbahn.

[0009] Gemäß einer weiteren Ausführungsform beinhaltet das Schneiden der Kathodenbahn das drehbare Schneiden der Kathodenbahn, und das Lami-

nieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn beinhaltet das drehbare Bewegen jeder der Kathodenfolien mit der zweiten Geschwindigkeit. Das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn kann außerdem das drehende Bewegen der Anodenbahn mit der zweiten Geschwindigkeit beinhalten. Die Anodenbahn kann weiterhin eine Trennschicht enthalten, und das Schneiden der laminierten Anodenbahn kann das Schneiden durch die Anodenschichtstruktur zumindest bis zu oder durch einen Teil der Trennschicht beinhalten.

[0010] Jede der Kathodenfolien kann durch eine Länge (L) definiert werden. Das Schneiden der Kathodenbahn kann unter Verwendung eines Rotationswerkzeugs erfolgen. In diesem Fall ist die Länge (L) jeder Kathodenfolie eine Funktion der ersten Geschwindigkeit (W1) der Kathodenbahnbewegung relativ zu der zweiten Geschwindigkeit (W2) des Rotationswerkzeugs.

[0011] Die Kathodenbahn kann unter Verwendung mindestens einer Rotationsklinge, die durch einen Umfangsklingenabstand (D) getrennt ist, geschnitten werden. Die Länge (L) jeder Kathodenfolie ist in diesem Fall eine Funktion der ersten Geschwindigkeit (W1) der Kathodenbahnbewegung relativ zu dem Umfangsklingenabstand (D) und der zweiten Geschwindigkeit (W2) des Rotationswerkzeugs. Beispielsweise kann die Länge (L) von allen Kathodenfolien gekennzeichnet werden durch eine Gleichung

$$L = D(W1/W2).$$

[0012] Der Raum (S) zwischen benachbarten Kathodenfolien ist gemäß einer Ausführungsform eine Funktion der ersten Geschwindigkeit (W1) der Kathodenbahnbewegung relativ zu der zweiten Geschwindigkeit (W2) der Anodenbahnbewegung. Das Schneiden der Kathodenbahn kann beinhalten, daß die Kathodenbahn mit mindestens einer Rotationsklinge geschnitten wird, die durch einen Umfangsklingenabstand (D) getrennt ist, so daß der Abstand (S) zwischen benachbarten Kathodenfolien eine Funktion der ersten Geschwindigkeit (W1) der Kathodenbahnbewegung relativ zu dem Umfangsklingenabstand (D) und der zweiten Geschwindigkeit (W2) des Rotationswerkzeugs ist. Beispielsweise kann der Abstand (S) zwischen benachbarten Kathodenfolien gekennzeichnet werden durch eine Gleichung $S = D((W2/W1) - 1)$.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können die Kathodenfolien durch eine Länge (L) zwischen etwa 0,25 Inch und etwa 24 Inch definiert werden. Der Raum (S) zwischen benachbarten Kathodenfolien kann im Bereich zwischen etwa 0,015 Inch und etwa 0,4 Inch liegen. Ein Verhältnis der zweiten Geschwindigkeit bezüglich der ersten Geschwindigkeit kann im Bereich zwi-

schen etwa 1,005 und etwa 1,05 liegen. Die erste Geschwindigkeit kann im Bereich zwischen etwa 5 Fuß pro Minute und etwa 500 Fuß pro Minute liegen, und die zweite Geschwindigkeit kann im Bereich zwischen etwa 5,025 Fuß pro Minute und etwa 525 Fuß pro Minute liegen.

[0014] Laminieren der Kathodenfolien auf die Anodenbahn kann weiterhin das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn derart beinhalten, daß sich ein Teil jeder Kathodenfolie über mindestens eine Kante der Anodenschichtstruktur der Anodenbahn erstreckt, um einen Laminierungs-Offset dazwischen zu erzeugen. Der Laminierungs-Offset kann beispielsweise im Bereich zwischen etwa 0,04 Inch und etwa 0,31 Inch liegen.

[0015] Das Laminieren der Kathodenfolien auf die Anodenbahn kann außerdem das Erhitzen einer oder beider der Kathodenfolien oder der Anodenbahn beinhalten. Das Schneiden der laminierten Anodenbahn kann weiterhin das Detektieren des Raums zwischen benachbarten Kathodenfolien, etwa durch optische oder mechanische Techniken, beinhalten.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sorgt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer Reihe elektrochemischer Dünnschicht-Elementarzellen für das Bewegen einer Kathodenschichtstruktur aufweisenden Bahn (Kathodenbahn) mit einer ersten Geschwindigkeit. Die Kathodenbahn wird drehbar mit einer zweiten Geschwindigkeit geschnitten, um eine Reihe von Kathodenfolien zu erzeugen. Jede der sich mit der zweiten Geschwindigkeit bewegendes Kathodenfolien wird drehbar auf eine Anodenschichtstruktur aufweisende Bahn (Anodenbahn) laminiert, die sich mit einer dritten Geschwindigkeit bewegt, um eine laminierte Elementarzelle mit einem Raum zwischen benachbarten Kathodenfolien zu erzeugen.

[0017] Bei einer Konfiguration sind die erste, zweite und dritte Geschwindigkeit im wesentlichen gleich. Bei einer weiteren Konfiguration sind die zweite und die dritte Geschwindigkeit im wesentlichen gleich und die zweite und dritte Geschwindigkeit sind größer als die erste Geschwindigkeit. Bei noch einer anderen Konfiguration sind die erste und zweite Geschwindigkeit im wesentlichen gleich und die dritte Geschwindigkeit ist größer als die erste und zweite Geschwindigkeit. Bei einer weiteren Konfiguration sind die erste, zweite und dritte Geschwindigkeit derart verschieden, daß die dritte Geschwindigkeit größer als die zweite Geschwindigkeit und die dritte und die zweite Geschwindigkeit größer sind als die erste Geschwindigkeit.

[0018] Gemäß einer weiteren Konfiguration sind die erste und zweite Geschwindigkeit im wesentlichen gleich, und das Schneiden der Kathodenbahn bein-

haltet das Schneiden eines Teils der Kathodenbahn und Entfernen der überschüssigen Kathodenbahn, um den Raum zwischen benachbarten Kathodenfolien zu erzeugen. In diesem Fall ist der Raum zwischen benachbarten Kathodenfolien eine Funktion einer Größe und/oder Form der entfernten überschüssigen Kathodenbahn.

[0019] Bei einem weiteren Ansatz ist die dritte Geschwindigkeit größer als die erste und zweite Geschwindigkeit, und das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn beinhaltet ferner das Bewegen der Anodenbahn mit der dritten Geschwindigkeit, um den Raum zwischen benachbarten Kathodenfolien zu erzeugen. Gemäß einem weiteren Ansatz ist die dritte Geschwindigkeit größer als die erste und zweite Geschwindigkeit, und das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn beinhaltet weiterhin das drehbare Bewegen jeder der Kathodenfolien mit der zweiten Geschwindigkeit, während die Anodenbahn drehbar mit der dritten Geschwindigkeit bewegt wird, um den Raum zwischen benachbarten Kathodenfolien zu erzeugen. Das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn kann außerdem das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn derart beinhalten, daß sich ein Teil jeder Kathodenfolie über mindestens eine Kante der Anodenschichtstruktur der Anodenbahn erstreckt, um einen Laminierungs-Offset dazwischen zu erzeugen.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer Reihe elektrochemischer Dünnschicht-Elementarzellen das Schneiden einer Kathodenschichtstruktur aufweisenden Bahn mit einer ersten Geschwindigkeit in eine Reihe von Kathodenschichtstrukturen unter Verwendung eines gemusterten Rotationswerkzeugs. Jede der Kathodenschichtstrukturen wird auf eine Anodenschichtstruktur aufweisende Bahn laminiert, die gleich der oder größer als die erste Geschwindigkeit ist, um eine laminierte Elementarzelle mit einem Raum zwischen benachbarten Kathodenschichtstrukturen herzustellen. Kathodenbahnabfallmaterial, das sich aus dem Schneiden mit dem gemusterten sich drehenden Ziehwerkzeug ergibt, wird weggeworfen oder gesammelt.

[0021] Gemäß dieser Ausführungsform ist der Raum zwischen benachbarten Kathodenschichtstrukturen eine Funktion einer Größe und/oder Form des gemusterten Rotationswerkzeugs. Das gemusterte Rotationswerkzeug kann beispielsweise eine rechteckige Form aufweisen.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann ein Ausgang einer Rotationsumformungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung an einen Eingang zu einer stapelnden Vorrichtung der vorliegen-

den Erfindung gekoppelt sein. Eine kombinierte Rotationsumformungs-/stapelnde Vorrichtung und Methodik gemäß der vorliegenden Erfindung sorgt für die Herstellung laminiertes Stapel aus ähnlichen oder verschiedenen Schichten aus variierenden Materialien in so gut wie jeder Form.

[0023] Die obige Zusammenfassung der vorliegenden Erfindung soll nicht jede Ausführungsform oder jede Umsetzung der vorliegenden Erfindung beschreiben. Vorteile und Errungenschaften zusammen mit einem eingehenderen Verständnis der Erfindung ergeben sich und werden gewürdigt durch Bezugnahme auf die folgende ausführliche Beschreibung und Ansprüche in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] [Fig. 1](#) zeigt eine Rotationsumformungs- und stapelnde Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0025] [Fig. 2](#) ist eine Unterbaugruppe von [Fig. 1](#), die eine Rotationsumformungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0026] [Fig. 3A](#) ist eine Unterbaugruppe von [Fig. 2](#), die eine ausführliche Darstellung einer ersten Rotationsumformungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0027] [Fig. 3B](#) zeigt eine geschnittene Kathodenfolie, die sich auf einem Amboß mit der in [Fig. 3A](#) gezeigten ersten Rotationsumformungsvorrichtung geschnittene Kathodenfolie bewegt;

[0028] [Fig. 3C–Fig. 3F](#) zeigen vier Ausführungsformen einer Rotationsumformungsvorrichtung, die jeweils Zufuhr-, Schneid- und Laminierungsabschnitte enthalten, die mit der gleichen oder verschiedenen Verarbeitungsgeschwindigkeiten arbeiten können;

[0029] [Fig. 4](#) ist eine Unterbaugruppe von [Fig. 2](#), die eine ausführliche Veranschaulichung einer zweiten Rotationsumformungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0030] [Fig. 5](#) ist eine ausführliche Darstellung der in [Fig. 4](#) gezeigten zweiten Rotationsumformungsvorrichtung;

[0031] [Fig. 6](#) ist eine Unterbaugruppe von [Fig. 1](#), die eine stapelnde Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0032] [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) stellen einen Teil einer

stapelnden Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar;

[0033] [Fig. 8](#) stellt eine stapelnde Vorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar;

[0034] [Fig. 9](#) veranschaulicht eine bahnstapelnde Vorrichtung mit mehreren Stationen für ein einzelnes Produkt gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0035] [Fig. 10](#) veranschaulicht eine bahnstapelnde Vorrichtung mit einer Station für ein einzelnes Produkt gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0036] [Fig. 11](#) veranschaulicht eine bahnstapelnde Vorrichtung mit mehreren Stationen für mehrere Produkte gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0037] [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) stellen eine Rotationsumformungs-/Laminiervorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar;

[0038] [Fig. 13](#) zeigt einen Laminatstapel aus mehrfarbigen Folien aus Material, die durch eine Rotationsumformungs- und/oder Stapelvorrichtung gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung hergestellt werden;

[0039] [Fig. 14](#) zeigt mehrere Schichten eines einzigen gefärbten Blatts aus Papier oder Film, wobei ein Teil der Rückseite einen Kleber aufweist, die zusammen laminiert sind und in eine gewünschte Form geschnitten worden sind, wobei eine Rotationsumformungs- und/oder Stapelvorrichtung gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung verwendet wurde;

[0040] [Fig. 15](#) zeigt mehrere Schichten eines einzigen gefärbten Blatts aus Papier oder Film ähnlich dem in [Fig. 14](#) gezeigten, aber mit einer anderen Form als der in [Fig. 14](#) gezeigten;

[0041] [Fig. 16](#) veranschaulicht einen Produktstapel oder -block, der verschiedene Folien- oder Filmschichten variierender Formen und Größen aufweist, der durch eine Rotationsumformungs- und/oder Stapelvorrichtung gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde;

[0042] [Fig. 17](#) zeigt einen Produktstapel, der verschiedene Folien- oder Filmschichten aufweist, bei dem jede Folie eine andere Form aufweist, der durch eine Rotationsumformungs- und/oder Stapelvorrichtung gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde;

[0043] [Fig. 18](#) zeigt einen Pack medizinischer Verbände, die durch eine Rotationsumformungs- und/oder Stapelvorrichtung gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung hergestellt wurden.

[0044] Wenngleich die Erfindung für verschiedenen Modifikationen und alternative Formen zugänglich ist, sind Einzelheiten davon in den Zeichnungen beispielhaft gezeigt worden und werden ausführlich beschrieben. Es versteht sich jedoch, daß die Erfindung nicht auf die beschriebenen besonderen Ausführungsform beschränkt sein soll. Hingegen sollen alle Modifikationen, Äquivalente und Alternativen abgedeckt sein, die in den Schutzbereich der Erfindung fallen, wie er durch die beigefügten Ansprüche definiert ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG VERSCHIEDENER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0045] Rotationsumformungs-, Laminierungs- und Stapelvorrichtungen der vorliegenden Erfindung sorgen vorteilhafterweise für die Herstellung laminiertes Stapel aus ähnlichen oder verschiedenen Schichten variierender Materialien mit so gut wie jeder Form. Die Grundlagen der vorliegenden Erfindung können auf Produktlaminatstapel aus Produkt aus einer aus einem einzigen Produkt bestehenden Bahn oder aus einer aus mehreren Produkten bestehenden Bahn (z. B. aus fünf verschiedenen Produkten bestehende Bahnen) hergestellt werden. Die gemäß der vorliegenden Erfindung produzierten Laminatstapel aus Produkt können Blöcke aus ein- oder mehrfarbigen Folien oder Filmen, Packs von medizinischen Verbänden und Dünnsfilmbatterien (als Beispiele) enthalten.

[0046] Eine bestimmte Anwendung betrifft die Produktion elektrochemischer Batteriezellen, bei denen mehrere abwechselnde Schichten aus Kathoden-, Separator- und Anodenmaterial geschnitten und zu einem Stapel oder einer Elementarzelle laminiert werden. Eine innerhalb des Kontextes der vorliegenden Erfindung produzierbare elektrochemische Dünnsfilm-Elementarzelle kann als eine Stapelunterbaugruppe definiert werden, die mindestens die folgenden Folien aufweist: Stromsammler, Kathode, Separator und Anode, in der Regel in dieser Reihenfolge. Indem zwei oder mehr sich drehende Umformungsstationen vor einer Stapelvorrichtung vorgesehen werden (als Beispiel), können die Kathoden- und Anodenschichten unabhängig geschnitten werden, was beim Verhindern von Kurzschlüssen zwischen den Strukturen der Elementarzellenanode und -kathode wichtig ist.

[0047] Je nach der relativen Plazierung des Separators und der Wahlen bei der Werkzeugbestückung und der zeitlichen Steuerung können die jeweiligen Bereiche von Kathode, Anode und Separator unab-

hängig bestimmt werden. Dies ist wichtig für das Aufrechterhalten einer gleichförmigen Stromverteilung, was für die Lebensdauer der elektrochemischen Zelle kritisch ist. Indem beispielsweise der Separator größer bemessen wird als die geschnittene Kathode, werden durch Kantengrater verursachte makroskopische Kurzschlüsse verhindert. Dadurch können vorteilhafterweise Sekundärisolatoren eliminiert werden, die möglicherweise ansonsten zwischen den Elektroden bei einigen Zellendesigns erforderlich sind.

[0048] Diese Grundlagen können auch auf Brennstoffzellenkonstruktionen angewendet werden. Diese Grundlagen können weiterhin dazu verwendet werden, neue verpackte medizinische Produkte herzustellen, bei denen nur eine Verpackungsschicht pro Produktschicht verwendet wird und das Endprodukt dem Kunden in einer umgeformten, gestapelten und verpackten Form geliefert wird. Die auf dem Stapel angeordnete erste und letzte Schicht können beispielsweise die Außenverpackung sein.

[0049] Nunmehr unter Bezugnahme auf die Figuren wird in [Fig. 1](#) eine Vorrichtung **10** gezeigt, die eine Reihe elektrochemischer Zellenfolien herstellt, wobei Bahnen aus Kathoden- und Anodenmaterial verwendet werden, und zum Herstellen eines Stapels elektrochemischer Zellschichten. Die Vorrichtung **10** zeigt zwei Verarbeitungsvorrichtungen **20** und **120**, die hier als eine sich drehende Umformungsvorrichtung **20** beziehungsweise als eine Stapelvorrichtung **120** bezeichnet werden. Die Vorrichtung **10** sorgt für einen Montageprozeß mit kontinuierlicher Bewegung, der bei einer Ausführungsform flache, relativ unflexible mehrschichtige Stapel aus elektrochemischen Zellenmaterialschichten aus einem relativ flexiblen Material, das von einer Trennschicht getragen wird, herstellt – die Schichten mit niedriger Duktilität enthalten können oder nicht. Ein Vorteil bei der vorliegenden Erfindung ist die Fähigkeit, mehrschichtige Baugruppen stapeln zu können, die keine oder mehr Schichten aus Material mit geringer Duktilität enthalten können. In dieser Hinsicht berücksichtigt ein Stapelprozeß der vorliegenden Erfindung die Dehnungseigenschaften der Schichten in dem Produkt, die von Produkt zu Produkt dramatisch variieren können.

[0050] Es versteht sich, daß die sich drehenden Umformungs- und Stapelvorrichtungen **20**, **120** individuell eine Anzahl einzigartiger und nützlicher Merkmale enthalten, und diese Vorrichtungen und die damit verbundenen Verarbeitungsmethodiken können als solche auf einer individuellen Basis ausgenutzt werden und brauchen nicht als Teil einer umfassenden zweiteiligen Vorrichtung kombiniert zu werden, wie in [Fig. 1](#) dargestellt. Wie nachstehend erörtert wird, kann die sich drehende Umformungsvorrichtung **20**, die auf eine Vielzahl von Wegen implementiert werden kann, separat verwendet werden, um eine Reihe laminiertes Elementarzellenstrukturen

herzustellen, die in der Regel von einer Trennschicht getragen sind. Die Stapelvorrichtung **120**, die in einer Vielzahl von Wegen implementiert sein kann, kann separat verwendet werden, um unter Verwendung einer Stapeloperation mit kontinuierlicher Bewegung Stapel von elektrochemischen Zellschichten herzustellen. Beispielhafte Stapelvorrichtungen und -verfahren sind aus der eigenen gleichzeitig anhängigen US-Anmeldung mit der laufenden Nummer 09/718,549, die durch Anwaltsregisternummer 810.509US01 (55530USA6A) mit dem Titel „Stacking Apparatus and Method for Laminated Products and Packaging“, bekannt sind.

[0051] Die sich drehende Umformungsvorrichtung **20** formt allgemein ausgedrückt eine Kathodenbahn **23** und eine Anodenbahn **123** in eine Reihe geschichteter elektrochemischer Zellenstrukturen um, die von einer Trennschicht getragen werden. Die Stapelvorrichtung **120** sorgt für das kontinuierliche Stapeln von von der Trennschicht übertragenen elektrochemischen Zellenstrukturen auf eine Anzahl von umlaufenden, schleifenförmigen oder sich hin und her bewegenden Plattformen, die hier austauschbar als Pucks, Paletten oder Schlitten bezeichnet werden. Ein durch den Einsatz eines Rotationsumformungsprozesses der vorliegenden Erfindung realisierter Vorteil beinhaltet die Herstellung eines Produkts mit fertiger Größe ohne Notwendigkeit für nachfolgendes oder späteres Schneiden.

[0052] Bei einer Ausführungsform enthalten die geschichteten elektrochemischen Zellenstrukturen eine Anodenschichtstruktur, die im allgemeinen eine oder mehrere feste Elektrolytschichten und eine Kathodenschichtstruktur enthält. Eine derartige Struktur wird hier als eine Elementarzelle bezeichnet, von der eine Konfiguration oben beschrieben ist.

[0053] Eine Kathodenschichtstruktur kann als eine Unterbaugruppe definiert werden, die eine Kathode, einen Stromsammler und eine Kathode aufweist. Eine weitere Konfiguration einer Kathodenschichtstrukturunterbaugruppe weist einen Separator, eine Kathode, einen Stromsammler und eine Kathode auf. Noch eine weitere Kathodenschichtstrukturunterbaugruppenkonfiguration weist einen Separator, eine Kathode, einen Stromsammler, eine Kathode und einen Separator auf.

[0054] Eine Anodenschichtstruktur kann als eine individuelle Anodenfolie definiert werden. Eine Anodenschichtstruktur kann auch als eine Unterbaugruppe definiert werden, die einen Separator und eine Anode aufweist. Eine weitere Konfiguration einer Anodenschichtstrukturunterbaugruppe weist einen Separator, eine Anode und einen Separator auf.

[0055] Beispielsweise kann die Kathodenbahn **23** so hergestellt werden, daß sie einen auf beiden Sei-

ten mit einem Verbundkathodenmaterial (Kathode/Stromsammeler/Kathode-Struktur) beschichteten Aluminiumfolien-Stromsammeler enthält. Die Anodenbahn **123** kann beispielsweise als eine vierschichtige Struktur hergestellt werden, die eine Trennschicht, einen festen Elektrolytfilm, eine Lithiumfolie und eine zweite Schicht aus einem festen Elektrolytfilm enthält (Separator/Anode/Separator-Struktur). Bei einer bestimmten Ausführungsform wird ein fester Polymerelektrolytfilm in der Anodenbahn **123** verwendet.

[0056] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Kathodenbahn **23** einen Separator, wie etwa einen festen Polymerelektrolytfilm, auf beiden Seiten des Verbundkathodenmaterials enthalten. Bei noch einer weiteren Ausführungsform kann ein Separator auf jeder der Kathoden- und Anodenbahnen **23**, **123** enthalten sein. Es werden auch andere mehrschichtige Kathoden-, Anoden- und feste Elektrolytbahnstrukturen in Betracht gezogen.

[0057] Gemäß einer Implementierung können die Bahnen **23**, **123** mit Geschwindigkeiten bewegt werden, die im Bereich zwischen 0 und 10 Meter/Minute liegen. Die Produktbahnbreiten können etwa 8 Inch betragen. Die Elementarzellenfolien können eine Länge von bis zu etwa 17 Inch aufweisen. Die Produktvorschubrollen können jeweils einen Durchmesser von bis zu etwa 18 Inch aufweisen.

[0058] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) wird eine sich drehende Umformungsvorrichtung **20** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausführlicher gezeigt. Die in [Fig. 2](#) gezeigte sich drehende Umformungsvorrichtung **20** enthält eine Bahn **23** aus Kathodenmaterial, die anfänglich um eine Kathodenvorschubrolle **22** gewickelt ist. Die Kathodenbahn kann wie gewickelt eine Trennschicht **21** enthalten, die während des Abwickelns der Kathodenvorschubrolle **22** auf eine Trägeraufnahmerolle **24** gewickelt wird. Die Kathodenbahn **23** minus Trägerschicht **21** wird einer ersten Schneidstation **28** zugeführt. Die Kathodenbahn **23** durchläuft in der Regel eine Zugrollenvorrichtung **26**, die die Kathodenbahn **23** in einen gewünschten Zugzustand versetzen kann und die eine Bahnführungsmechanismus enthalten kann.

[0059] Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform stellt die erste Schneidstation **28** eine Rotationsziehwerkzeugstation dar. Die erste Schneidstation **28** enthält eine angetriebene Abzugsrollenvorrichtung **31**, die in diesem Fall eine Andrückrolle **32** und eine mit Kautschuk bedeckte Antriebsrolle **33** enthält. Alternativ kann eine Vakuumabzugsrollenvorrichtung verwendet werden. Die Bewegung, wie etwa die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung, der Abzugsrollenvorrichtung **31** wird in der Regel durch ein nicht gezeigtes Servosteuerungs-system geregelt, wie in der Technik bekannt ist. Die Abzugsrollenvorrichtung **31**

führt die Kathodenbahn **23** einer Schneidrollenvorrichtung **30**, die ein Rotationswerkzeug **34** und einen Amboß **35** enthält. Die Schneidrollenvorrichtung **30** schneidet die Kathodenbahn **23** in individuelle Kathodenfolien. Die Bewegung, wie etwa Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung, des Rotationsziehwerkzeugs **34** und des Amboßes **35** wird in der Regel durch ein nicht gezeigtes Servosteuerungs-system geregelt.

[0060] Wie ebenfalls in [Fig. 2](#) gezeigt ist, wird eine Bahn aus Anodenmaterial **123** einer Laminierungsvorrichtung **29** zugeführt. Die Anodenbahn **123** kann auch durch eine Infrarotheizvorrichtung **38** (in Umrissen als Infrarotheizvorrichtung **38** gezeigt) vor dem Eintritt in die erste Schneidstation **28** oder in dieser erhitzt werden. Die Anodenbahn **123** enthält wie schon erörtert in der Regel eine Trennschicht und kann zwei auch als Separatorschichten bezeichnete feste Elektrolytschichten enthalten, die auf gegenüberliegenden Seiten einer Anode (z. B. Lithiumfolie) vorgesehen sind. Die Anodenbahn **123** wird in der Regel über eine Spannrollenvorrichtung **39** in einen gewünschten Spannungsgrad versetzt und wird in der Regel geführt.

[0061] Die Kathodenfolien werden durch den Amboß **35** in die Nähe zu der Anodenbahn **123** in der Laminierungsvorrichtung **29** gedreht. Die Kathodenfolien werden an einem zwischen einer Laminierungsrolle **36** und der Amboßrolle **35** ausgebildeten Spalt auf die Anodenbahn **123** laminiert, um eine laminierte Bahn **50** aus Elementarzellenmaterial herzustellen. Die Laminierungsrolle **36** ist in der Regel mit einem Kautschukmaterial bedeckt und der Amboß **35** ist in der Regel aus einem metallischen Material hergestellt.

[0062] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Anodenbahn **123** mit einer Geschwindigkeit, die größer ist als die der Kathodenbahn **23**, durch die Laminierungsvorrichtung **29** bewegt. Die Differenz bei den relativen Geschwindigkeiten der Anoden- und Kathodenbahnen **123**, **23** erzeugt einen Raum zwischen den Kathodenbahnen, während jede Kathodenbahn auf die Anodenbahn **123** laminiert wird. Die laminierte Bahn **50** aus Elementarzellenmaterial wird von der ersten Schneidstation **28** an die zweite Schneidstation **40** weitergeführt, wo ein Schnitt durch das Anodenbahnmateriale erfolgt, aber nicht durch die Trennschicht.

[0063] Bei der zweiten Schneidstation **40** leiten eine angetriebene Andrückrolle **42** und eine mit Kautschuk bedeckte Antriebsrolle **43** die laminierte Bahn **50** in eine Schneidrollenvorrichtung **41**, die einen Amboß **45** und ein Rotationsziehwerkzeug **44** enthält. Das Rotationsziehwerkzeug **44** schneidet zusammen mit dem Amboß **45** durch das Anodenmaterial, aber nicht durch die Trennschicht, der laminierten Bahn **50**

innerhalb des zwischen benachbarten Kathodenfolien erzeugten Raums. Die Antriebsrolle **42** kann geheizt sein. Ein optischer Sensor **37** wird verwendet, um die Räume zwischen benachbarten Kathodenfolien zu detektieren, um sicherzustellen, daß Schnitte in der laminierten Bahn **50** nur innerhalb dieser Räume durchgeführt werden. Es sei angemerkt, daß die Ausrichtung des Raums oder der Lücke zwischen benachbarten Kathodenfolien an der entsprechenden Schneidstelle innerhalb der zweiten Schneidstation **40** durch die Verwendung der ordnungsgemäßen zeitlichen Steuerung, Übersetzung und/oder Riemenanordnung anstatt durch optische oder andere Lückenerfassung oder -detektierung bestimmt werden kann.

[0064] Eine Reihe laminiertes Elementarzellenfolien auf einer Trägerschicht entsteht somit an einem Ausgang der zweiten Schneidstation **40**. Die Folien mit den laminierten Elementarzellen können auf eine Aufwickelrolle zur späteren Verarbeitung durch eine Stapelvorrichtung aufgewickelt oder als Teil einer kontinuierlichen Rotationsumformungs-/stapeloperation direkt der Stapelvorrichtung zugeführt werden, wie etwa der beispielsweise in [Fig. 1](#) gezeigten.

[0065] Ein durch Implementieren einer Rotationsumformungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung realisierbarer Vorteil betrifft die Fähigkeit zum Zusammenbau elektrochemischer Generatoren aus diskreten Folien aus Anoden- und Kathodenbahnmaterial, bei denen die Anodenfolie und die Kathodenfolie unabhängig voneinander geschnitten werden, was vorteilhafterweise die Entstehung potentieller Kurzschlüsse während der Schneidprozesse verhindert. Durch den zwischen benachbarten Kathodenfolien erzeugten Abstand erhält man die Möglichkeit, unabhängig vom Schneiden der Anodenbahn **123** die Kathodenbahn **23** in Kathodenfolien zu schneiden. Insbesondere wird die Kathodenbahn **23** an der ersten Schneidstation **28** in Kathodenfolien geschnitten, bevor sie über die überschnelle Anodenbahn **123** laminiert wird. Die zuvor an der Laminierungsvorrichtung **29** erzeugten Räume sorgen dafür, daß an der zweiten Schneidstation **40** nur das Anodenbahnmaterial durchgeschnitten wird.

[0066] Ein weiterer Vorteil betrifft die Möglichkeit, Kathoden- und Anodenfolien wie oben erörtert unabhängig zu schneiden und außerdem die Kathodenfolien mit einem Querbahnoffset relativ zu Anodenfolien zu laminieren, wobei ein Laminierungsoffset dazwischen erzeugt wird. Eine auf diese Weise konstruierte Elementarzellenfolie kann beispielsweise eine Separator/Anode/Separator-Schichtstruktur enthalten, die sich über alle vier Kanten einer Kathodenbeschichtung hinauserstreckt. Ein Stromsammler, der sich über eine Kante der Separator/Anode/Separator-Schichtstruktur erstreckt, trägt die Kathodenbeschichtung. Es sei angemerkt, daß gemäß dieser

Ausführungsform beide Bahnen mehrschichtig sind und nicht alle Schichten die gleiche Breite aufweisen müssen. Diese Elementarzellenfolienstruktur liefert mehrere Vorteile, unter anderem das Verhindern von Kurzschlüssen während eines nachfolgenden Stapel- und damit verbundenen Schneidvorgangs und Zellenmontage oder Endbehandlungsoperationen und verbesserte Herstellbarkeit.

[0067] Durch durchdachtes Bemessen der verschiedenen Materialschichten, die in den jeweiligen Kathoden- und Anodenbahnen **23**, **123** enthalten sind, kann man andere Elementarzellenfolienkonfigurationen erzielen. Um fortzufahren: Die Anodenbahn **123**, die in die Laminierungsvorrichtung **29** eingeführt wird, kann als eine Trägermaterial/Separator/Lithiumfolie/Separator-Struktur mit einer ersten Kante konstruiert werden, bei der Kanten der Separatorschichten sich bis zur Kante der Lithiumfolie erstrecken, und einer zweiten Kante, bei der sich die Lithiumfolie über die Kanten der Separatorschichten hinaus erstreckt. Auf diese Weise kann eine Elementarzellenfolienstruktur derart entwickelt werden, daß die Kathoden- und Stromsammlerschichten in Längsrichtung kürzer sind als die Anodenschicht.

[0068] Die [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) zeigen verschiedenen Aspekte der in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten ersten Schneidstation **28** ausführlicher. Gemäß einer Ausführungsform wird die Kathodenbahn **23** durch die Abzugsrollenvorrichtung **31** mit einer Geschwindigkeit $W1$ in die Schneidrollenvorrichtung **30** bewegt. Die Schneidrollenvorrichtung **30**, die so gezeigt ist, daß sie das Rotationsziehwerkzeug **34** und den Amboß **35** enthält, wird so gesteuert, daß sie sich mit einer Geschwindigkeit $W2$ bewegt, die größer ist als die Geschwindigkeit $W1$ der Kathodenbahn **23**.

[0069] Die auf dem Rotationsziehwerkzeug **34** vorgesehenen Ziehklingen **47** schneiden zusammen mit dem Amboß **35** durch die Kathodenbahn **23**, um individuelle Kathodenfolien **52** herzustellen (in [Fig. 3B](#) ausführlicher gezeigt). Es versteht sich, daß das Rotationsziehwerkzeug **34** eine einzige Ziehklinge **47**, doppelte Ziehklingen **47**, wie in [Fig. 3A](#) gezeigt, oder mehr als zwei Ziehklingen **47** aufweisen kann. Weiterhin kann die Ziehklinge **47** eine einzige Klinge oder eine komplexere Klingenanordnung sein. Beispielsweise kann an dem Rotationsziehwerkzeug **34** eine rechteckige Ziehklingenanordnung oder ein rechteckiges Ziehklingenmuster vorgesehen sein. Es versteht sich, daß je nach einer gegebenen Systemimplementierung andere Verfahren und Vorrichtungen zum Schneiden oder Stanzen der Kathodenbahn **23** verwendet werden können, was den Einsatz einer Schervorrichtung, eines Lasers oder eines Wasserstrahls (als Beispiel) beinhalten kann.

[0070] Bei einer Ausführungsform ist der Amboß **35** eine Vakuumamboßrolle mit einem Lochabstands-

muster, das an den Folienmaterialziehklingenabstand angepaßt ist. Die einzelnen Kathodenfolien **52** beim Übergang von der Bewegung mit der Geschwindigkeit $W1$ der Kathodenbahn **23** zur Geschwindigkeit $W2$ werden dann in die Laminierungsvorrichtung **29** eingeführt.

[0071] Die Laminierungsrolle **36** und der Amboß **35** der Laminierungsvorrichtung **29** und somit die Anodenbahn **123** sind bei Bewegung mit der Geschwindigkeit $W2$ gezeigt. Die einzelnen Kathodenfolien **52**, die sich ebenfalls mit der Geschwindigkeit $W2$ bewegen, werden an einem zwischen der mit Kautschuk bedeckten Laminierungsrolle **36** und dem Amboß **35** ausgebildeten Spalt auf die Anodenbahn **123** laminiert. Die Differenz zwischen den Geschwindigkeiten $W1$ und $W2$, wobei die Geschwindigkeit $W2$ größer ist als die Geschwindigkeit $W1$, erzeugt während des Laminierungsprozesses zwischen benachbarten Kathodenfolien einen Raum **53**. Die von einer Trennschicht der Anodenbahn **123** getragene laminierte Bahn **50** wird dann in eine zweite Schneidstation **40** eingeführt.

[0072] Bei vielen Anwendungen kann ein geeignetes Geschwindigkeitsverhältnis der sich schneller bewegenden Anodenbahn **123** relativ zu der sich langsamer bewegenden Kathodenbahn **23** (d. h. $W2/W1$) zwischen etwa 1,005 und etwa 1,05 variieren. Beispielsweise kann die Geschwindigkeit $W1$ der Kathodenbahn **23** im Bereich zwischen etwa 5 Fuß pro Minute (fpm) und etwa 500 fpm liegen, und die Geschwindigkeit $W2$ der Anodenbahn **123** kann zwischen etwa 5,025 fpm und etwa 525 fpm liegen, so lange $W2/W > 1$ ($1 \text{ fpm} \square 0.00508 \text{ m/s}$).

[0073] Bei einer Ausführungsform variiert die Breite der Kathodenbahn **23** zwischen etwa 0,75 Inch und etwa 24 Inch. Die Breite der Anodenbahn **123** kann ebenfalls zwischen etwa 0,75 Inch und etwa 24 Inch variieren. Die Länge jeder Kathodenfolie **52** kann zwischen etwa 0,25 Inch und etwa 24 Inch variiert werden. Die zwischen benachbarten Kathodenfolien erzeugten Räume **53** können zwischen etwa 0,015 Inch und etwa 0,4 Inch variieren. Bei einer Ausführungsform, bei der während des Laminierungsprozesses zwischen den Kathoden- und Anodenbahnen **23**, **123** ein Laminierungsoffset erzeugt wird, kann ein derartiger Laminierungsoffset zwischen etwa 0,04 Inch und etwa 0,31 Inch variieren ($1 \text{ Inch} \square 2.54 \text{ cm}$).

[0074] Zu Veranschaulichungszwecken und nicht als Einschränkung sind ein beispielhafter Satz von Rotationsumformungsprozeßparametern vorgesehen. Bei diesem Veranschaulichungsbeispiel wird angenommen, daß die Kathodenbahn **23** mit einer Geschwindigkeit $W1$ von 50 fpm bewegt wird. Die Geschwindigkeit $W2$ der Anodenbahn **123** beträgt 51 fpm, was für ein Geschwindigkeitsverhältnis von $W2$ zu $W1$ von etwa 1,02 sorgt. Die Länge jeder geschnit-

tenen Kathodenfolie beträgt 3,92 Inch. Der Raum **53** zwischen benachbarten Kathodenfolien **52** beträgt 0,08 Inch. Der Raum zwischen aufeinanderfolgenden Tiefenschnitten nur durch den Anodenabschnitt der Bahn **54**, aber nicht durch den Anodenträger **51**, beträgt 4,0 Inch. Die Breite der Anoden- und Kathodenbahnen beträgt jeweils 5,63 Inch. Der Laminierungsoffset beträgt 0,24 Inch gemäß diesem Veranschaulichungsbeispiel.

[0075] Die [Fig. 3C–Fig. 3F](#) veranschaulichen mehrere Rotationsumformungsvorrichtungskonfigurationen, die zusätzlich zu den oben bezüglich [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) beschriebenen implementiert werden können. [Fig. 3C–Fig. 3F](#) zeigen vier nützliche Konfigurationen mit unterschiedlichen Prozeßgeschwindigkeitsbeziehungen bei drei Abschnitten der Rotationsumformungsvorrichtung. Insbesondere sind die Geschwindigkeiten, die einem Zuführabschnitt **32'**, einem Schneidabschnitt **34'** und einem Laminierungsabschnitt **36'** zugeordnet sind, als die Geschwindigkeiten WX angegeben, wobei X gleich 1, 2 oder 3 ist. Im allgemeinen, aber nicht notwendigerweise, kann die Beziehung zwischen den Geschwindigkeiten $W1$, $W2$ und $W3$ als $W1 \leq W2 \leq W3$ charakterisiert werden.

[0076] In [Fig. 3C](#) sind beispielsweise die Geschwindigkeiten, die jeweils dem Zuführabschnitt **32'**, einem Schneidabschnitt **34'** und einem Laminierungsabschnitt **36'** gemäß dieser Rotationsumformungsvorrichtungskonfiguration zugeordnet sind, als $W1$, $W2$ bzw. $W2$ angegeben. In diesem Fall, der im wesentlichen die oben bezüglich der [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) erörterte Konfiguration ist, ist $W1$ kleiner als $W2$.

[0077] [Fig. 3D](#) zeigt eine weitere Rotationsumformungsvorrichtungskonfiguration, bei der die Geschwindigkeiten, die jeweils dem Zuführabschnitt **32'**, einem Schneidabschnitt **34'** und einem Laminierungsabschnitt **36'** zugeordnet sind, alle im wesentlichen gleich sind, wie etwa die Geschwindigkeit $W1$ in diesem Veranschaulichungsbeispiel. [Fig. 3D](#) enthält weiterhin eine Wickelrolle **27** zum Aufnehmen eines Trägers mit der Geschwindigkeit $W1$. Diese Konfiguration eignet sich gut für den Einsatz eines gemusterten Rotationsziehwerkzeugs, wie etwa eines Rotationsziehwerkzeugs, das eine rechteckig geformte Ziehklänge enthält. Gemäß dieser Konfiguration schneidet eine rechteckige Ziehklänge einen rechteckig geformten Schnitt in die Bahnstruktur z. B. eine Kathodenschichtstruktur, die bei Entfernung einen Spalt zwischen benachbarten Bahnstrukturen erzeugt. Das überschüssige oder Abfallbahnmatrixmaterial kann auf den sich mit der Geschwindigkeit $W1$ bewegenden Träger wieder aufgewickelt werden, wobei eine Wickelrolle **27** verwendet wird.

[0078] Die Laminierung der Bahnstrukturfolien, die mit einer Geschwindigkeit $W1$ den Schneidabschnitt

34' zu einer anderen Bahn **123** wie etwa einer Bahn aus Anodenschichtstruktur durchlaufen, kann ebenfalls mit der Geschwindigkeit W_1 beim Laminierungsabschnitt **36'** erfolgen. Die in [Fig. 3D](#) dargestellte Rotationsumformungsvorrichtungskonfiguration sorgt vorteilhafterweise für die Herstellung eines gewünschten Spalts zwischen benachbarten Kathodenschichtstrukturen und sorgt gleichzeitig für eine im wesentlichen gleichförmige Prozeßgeschwindigkeit bei jedem der Zuführ-, Schneid- und Laminierungsabschnitte **32'**, **34'** und **36'**.

[0079] [Fig. 3E](#) zeigt eine weitere Rotationsumformungsvorrichtungskonfiguration, bei der die Geschwindigkeiten, die dem Zuführ- und Schneidabschnitt **32'** und **34'** zugeordnet sind, im wesentlichen gleich sind, und die Laminierungsabschnittsgeschwindigkeit ist als W_2 gezeigt. Bei dieser Konfiguration ist ein Förderer **25** zwischen der Schneidstation **34'** und der Laminierungsstation **36'** angeordnet gezeigt. Die Geschwindigkeit des Förderers **25** ist im wesentlichen die gleiche wie die der Laminierungsstation **36'**, nämlich W_2 .

[0080] [Fig. 3F](#) zeigt noch eine weitere Rotationsumformungsvorrichtungskonfiguration, bei der die Geschwindigkeiten, die dem Zuführ-, Schneid- und Laminierungsabschnitt **32'**, **34'** und **36'** zugeordnet sind, verschieden sind. Bei diesem besonderen Beispiel sind die Geschwindigkeiten, die dem Zuführ-, Schneid- und Laminierungsabschnitt **32'**, **34'** und **36'** zugeordnet sind, als Geschwindigkeiten W_1 , W_2 bzw. W_3 gezeigt. Ein zwischen der Schneidstation **34'** und der Laminierungsstation **36'** angeordneter Förderer **25** ist so gezeigt, daß er sich im wesentlichen mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Laminierungsstation **36'** bewegt, nämlich W_3 .

[0081] Man kann sehen, daß jede der in [Fig. 3A–Fig. 3F](#) gezeigten Rotationsumformungsvorrichtungskonfigurationen einen gewünschten Spalt zwischen benachbarten Bahnstrukturen oder -folien herstellen. Die Spaltgröße oder der Abstand zwischen benachbarten Bahnstrukturen/-folien kann durch eine durchdachte Auswahl von Prozeßgeschwindigkeiten (z. B. die Geschwindigkeiten W_1 , W_2 und W_3) und/oder Ziehklingengröße, -konfiguration und -abstand variiert werden. Wie aus der unten folgenden Erörterung hervorgeht, erleichtert der zwischen benachbarten Bahnstrukturen/-folien vorgesehene Spalt das Verarbeiten des laminierten Produkts (z. B. laminierte Elementarzelle) bei einer zweiten Schneidstation.

[0082] Der Fachmann versteht, daß eine alternative „Aufnehm- und Ablege“-Laminierungsvorrichtung verwendet werden kann, um jede aus der Bahn an der Schneidstation **34'** geschnittene Bahnstruktur zu der zweiten Bahn **123** zur Laminierung auf die zweite Bahn **123** zu übertragen. Gemäß diesem alternativen

Ansatz würde der Laminierungsabschnitt **36'** umkonfiguriert oder durch die Aufnehm- und Ablege-Laminierungsvorrichtung ersetzt werden.

[0083] [Fig. 4](#) zeigt die in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigte zweite Schneidstation **40** ausführlicher. Wie in [Fig. 4](#) dargestellt, ist eine laminierte Bahn **50** als eine Reihe von beabstandeten Kathodenfolien **52** gezeigt, die auf eine Anodenbahn **123** mit einer Trennschicht **51** laminiert sind. Die laminierte Bahn **50** bewegt sich mit der Geschwindigkeit W_2 in die zweite Schneidstation. Der Amboß **45** und das Rotationsziehwerkzeug **44** der Schneidrollenvorrichtung **41** werden mit einer Geschwindigkeit W_3 bewegt, die in der Regel die gleiche ist wie W_2 , aber hinsichtlich der Geschwindigkeit variabel, um durchgehend auf den Raum **53** zu treffen. Beispielsweise kann die Geschwindigkeit W_3 zwischen etwa 50 fpm und etwa 55 fpm variieren. Der Durchmesser des Rotationsziehwerkzeugs **44**, der Abstand zwischen Ziehklingen **48** und die Geschwindigkeiten W_2 und W_3 sind entsprechend ausgewählt, so daß sich jede Ziehklinge **48** in Schneideingriff mit der Laminierungsbahn **50** dreht, aber nur in den Räumen **53** zwischen benachbarten einzelnen Kathodenfolien **52**. Eine detaillierte Darstellung der Schneidrollenvorrichtung **41** innerhalb des Gebiets „A“ von [Fig. 4](#) ist in [Fig. 5](#) bereitgestellt.

[0084] [Fig. 5](#) zeigt einen Abschnitt einer laminierten Bahn **50** innerhalb einer rollenden, schneidenden Schnittstelle, die zwischen dem Amboß **45** und dem Rotationsziehwerkzeug **44** definiert ist. Eine Ziehklinge **48** des Rotationsziehwerkzeugs **44** ist so gezeigt, daß sie in dem zwischen benachbarten individuellen Kathodenfolien **52** erzeugten Raum **53** durch das Anodenbahnmaterial **54** schneidet. Die Ziehklinge **48** ist so gezeigt, daß sie ganz durch die Anodenmaterialschicht **54** schneidet, aber nur in einen Teil der Trennschicht **51** eindringt. Es sei angemerkt, daß ein präzisionsgesteuerter Tiefschnitt für geringes oder so gut wie kein Eindringen in die Trennschicht **51** sorgen kann.

[0085] Wie oben bereits erörtert, erzeugt die in [Fig. 4](#) gezeigte zweite Schneidstation **40** eine Reihe laminiertes Elementarzellenfolien, die an ihrem Ausgang von einem abtrennbaren Träger getragen werden. Die laminierten Elementarzellenfolien können auf eine Abwickelrolle gewickelt werden, um später von einer Stapelvorrichtung verarbeitet zu werden, oder können direkt in eine Stapelvorrichtung eingeführt werden als Teil einer kontinuierlichen Rotationsumformungs- /-stapeloperation.

[0086] Die Konstruktion der Anoden- und Kathodenbahnen **123**, **23** kann, wie bereits erörtert, hinsichtlich Materialien, Anzahl der Schichten aus Material und Ausrichtung, Größe und Gestalt derartiger Materialschichten variiert werden. Als Beispiel kann die Konstruktion der Kathodenbahn **23** eine Aluminiumfolie

mit einer Kathodenbeschichtung auf beiden Seiten aufweisen. Die Anodenbahn **123** kann bei diesem Beispiel eine Polyethylen/SPE/Lithiumfolie/SPE-Konstruktion aufweisen, wobei SPE sich auf einen festen Polymerelektrolyten bezieht.

[0087] Anhand eines weiteren Beispiels kann die Kathodenbahn **23** eine Kathode/kohlenstoffbeschichtete Aluminiumfolie/Kathode-Konstruktion enthalten. Die Anodenbahn **123** kann in diesem Beispiel eine Polyethylen/SPE/Lithiumfolie/SPE-Konstruktion aufweisen.

[0088] Es versteht sich, daß eine Rotationsumformungsvorrichtung und -methodologie der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, um eine große Vielzahl von Folienmaterialien zu laminieren, und nicht auf die Verwendung nur mit elektrochemischen Dünnschichtzellen beschränkt ist. Außerdem braucht der Rotationslaminierungsprozeß nicht die Herstellung eines Raums zwischen Bahnmaterialfolien vorzusehen, die durch die erste Schneidstation **28** verarbeitet werden, wenngleich das Vorsehen derartiger Räume in bestimmten Anwendungen vorteilhaft ist (z. B. Herstellung von elektrochemischen Dünnschichtzellen).

[0089] Eine Stapelvorrichtung und -methodologie der vorliegenden Erfindung sorgt für das durchgehende Stapeln laminiertes Produkte variierender Arten, Größen und Gestalten wie etwa durch die Verwendung einer rollenden Laminierungsschnittstelle. Allgemein ausgedrückt wird eine Reihe von flachen Pucks, Paletten oder Schlitten ständig durch einen Spalt geführt, um präzisionslaminierter Stapel des Produkts in Folienform auf den oberen Oberflächen der Pucks aufzubauen. Produktfolien werden von einem ablösbaren Bahnträger in einer durchgehenden aufeinanderfolgenden oder abwechselnden Weise auf die Pucks übertragen, um einen Stapel von Produktfolien bis auf eine gewünschte Höhe herzustellen. Mehrere Ausführungsformen von Stapelvorrichtungen und -prozessen werden unten beschrieben, die allgemein entweder als „DL“- (direkte Laminierung) oder „VL“- (Vakuumlaminierung)-Vorrichtungen und Prozesse kategorisiert werden.

[0090] Gemäß einer DL-Methodologie werden Produktfolien direkt von einem ablösbaren Bahnträger auf die Pucks in einem direkten Laminierungsansatz übertragen. Gemäß einer VL-Methodologie werden Produktfolien zuerst von einer Trennschicht auf einer Vakuumrolle übertragen, dann in einem indirekten Laminierungsansatz auf die Pucks laminiert. Es sei angemerkt, daß beide Seiten der Produktfolien klebend sein können. Es können auch andere nichtklebende Formen des Stapels verwendet werden, wie etwa durch Verwendung von Klett-, elektrostatischen, magnetischen oder mechanischen Greifmechanismen (als Beispiel). Die rollenden Laminierungsprozesse der vorliegenden Erfindung für das Montieren

von Materialschichten, zwei Ausführungsformen derer, die die hier beschriebenen DL- und VL-Ansätze sind, sorgen vorteilhafterweise für das Entfernen von Luft innerhalb der Laminatstruktur.

[0091] Das dem Laminierungsprozeß zugeführte Produkt kann in Form eines Bands auf einer Trennschicht vorliegen. Gesteuerte Tiefenschnitte durch das Produkt bis hinunter zum Träger trennen das Produkt in individuelle Produktfolien. Bei einem Ansatz wird angenommen, daß zwischen benachbarten Produktfolien kein Raum erzeugt wird. Dies reduziert Abfall im Vergleich zu klassischen Etikettierungsprozessen, bei denen Unkraut entfernt wird. Der Stapelungsprozeß kann so ausgelegt sein, daß der Mangel an Raum zwischen benachbarten Produktfolien und die Anhäufung kleiner Variationen bei der Produktfolienlänge berücksichtigt wird. Bei einem anderen Ansatz kann wie oben erörtert ein Raum zwischen mindestens einigen der Schichten von benachbarten mehrschichtigen Produktfolien erzeugt werden.

[0092] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) wird eine VL-Stapelungsvorrichtung **120** zum Herstellen von Stapeln von Produktfolien auf kontinuierlicher Basis gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Gemäß dieser Ausführungsform kann die durch die VL-Stapelungsvorrichtung **120** zugeführte Produktbahn **135** durch eine vorgeschaltete Rotationsumformungsvorrichtung **20** hergestellt werden, wie etwa die hier oben beschriebene.

[0093] Alternativ kann die Produktbahn **135** durch eine separate Zuführrolle bereitgestellt werden. Es wird angenommen, daß die Produktbahn **135** individuelle Folien aus Produkt oder Verpackung (z. B. elektrochemische Elementarzellen) enthält, die trennbar an einer Trennschicht der Produktbahn **135** so angebracht sind, wie die durch die hier oben beschriebene zweite Schneidstation **40** hergestellte.

[0094] Gemäß dem in [Fig. 6](#) dargestellten VL-Stapelungsprozeß ist zwischen einer Vakuumrolle **130** und jedem einer Reihe sich bewegender Pucks **142** ein Laminierungsspalt **147** ausgebildet. Einzelne Folien aus Produkt oder Verpackung, die bevorzugt eine Seite aus klebendem Material enthalten, werden über die Vakuumrolle **130** mit der klebenden Seite nach außen in den Spalt **147** getragen.

[0095] Die Produktfolien sind so auf der Vakuumrolle **130** beabstandet, daß dies die Maschinensteuerung erleichtert. Die Produktfolien werden auf der Vakuumrolle **130** empfangen, während sie an einem Ablösepunkt mit kleinem Radius, der an einer Schnittstelle zwischen der Vakuumrolle **130** und einer Abstreiferrolle **134** vorgesehen ist, von dem löslichen Träger der Produktbahn **135** abgestreift. Bei der Abstreiferrolle **134** werden die Produktfolien von dem

lösbaeren Träger weg übertragen, beabstandet und auf die Vakuumrolle **130** übertragen. Die Trennschicht wird einer Aufnehmerrolle **124** zugeführt.

[0096] In der Sechs-Uhr-Position auf der Vakuumrolle **130** werden die Produktfolien von der Vakuumrolle **130** weg und auf die wachsenden Stapel auf den Pucks **142** übertragen, die in [Fig. 6](#) generisch als Rechtecke gezeigt sind. [Fig. 6](#) zeigt einen Bahnweg (Bahnweg **1**), der als sich abwickelnd zu der Vakuumabzugsrolle **130** dargestellt ist. Dieser Bahnweg kann dazu verwendet werden, die Stapelungsvorrichtung **120** von der Rotationsumformungsvorrichtung **20** zu entkoppeln. Beispielsweise kann die am Ausgang der Rotationsumformungsvorrichtung **20** hergestellte laminierte Bahn an einem Tag aufgewickelt werden und am nächsten Tag abgewickelt und von der Stapelungsvorrichtung **120** verarbeitet werden.

[0097] Gemäß einer Ausführungsform werden die Pucks **142** über einen mit einem Steuerriemen oder einer Kette angetriebenen Förderer **202** auf Art einer kontinuierlichen Schleife in den Spalt **147** bewegt. Bei dieser besonderen Ausführungsform und wie weiter in [Fig. 8A](#) und [8B](#) gezeigt ist, bewegen sich die beabstandeten Pucks **142** in einer gewünschten Richtung entlang einem bogenförmigen Weg entlang einer Seite des Förderers **202**, entlang einem Bodenabschnitt des Förderers **202** über die Oberseite des Förderers **202** und kehren zur Oberseite des Förderers **202** entlang einem bogenförmigen Weg entlang der anderen Seite des Förderers **202** zurück. Die Pucks **142** können entlang einem kontinuierlichen Weg auf dem Förderer **202** oder gemäß einem anderen Ansatz entlang einem kontinuierlichen Weg unter Verwendung eines sich hin und her bewegenden Förderers bewegt werden.

[0098] Es versteht sich, daß mehr als eine VL-Laminierungsstapelungsvorrichtungen **120** zum Herstellen von Stapeln von Produktfolien auf einer kontinuierlichen Basis hergestellt werden können. Im Fall von beispielsweise zwei VL-Laminierungsstapelungsvorrichtungen **120** kann jede Vorrichtung **120** die gleichen oder andere Materialschichten der gleichen oder anderen Größe/Form auf die Pucks **142** laminieren.

[0099] Bei einer weiteren Ausführungsform und wie am besten in den [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) zu erkennen, werden die Pucks **142** auf Art einer kontinuierlichen Schleife über einen sich hin und her bewegenden Förderer **146a** in den in [Fig. 6](#) gezeigten Spalt **147** getrieben. Bei dieser Ausführungsform arbeiten ein Paar von sich hin und her bewegenden Linearmotoren **150a**, **150b** unter der Ebene der Pucks **142**. Während der erste Motor **150a** einen Puck **142** vorwärts in den Spalt **147** treibt, bremst der zweite Motor **150b** die Schlange.

[0100] Der führende Motor **150a** beschneidet die Geschwindigkeit und Position des führenden Pucks **142**, bevor er in den Spalt **147** eintritt. Wenn der führende Puck **142** in den Spalt **147** eintritt, gibt der führende Motor **150a** frei und führt eine schnelle leere Rückfahrt durch, um den zweiten Puck **142** in der Schlange dahinter in Eingriff zu nehmen. Um den zweiten Puck **142** in Eingriff zu nehmen, paßt der führende Motor **150a** Geschwindigkeit und Position auf den sich bewegenden Puck **142** an (d. h. die Pucks **142** eine Pucklänge zurück von den ersten Pucks in der Schlange) und betätigt einen Greifer **156**, der eine Greiferhalterung greift, die vom Boden des Pucks **142** vorsteht.

[0101] Der aus dem Spalt **147** austretende Puck **142** wird auf einer Fördererschleife herumgeschoben, um seinen Weg zum Ende der Schlange zu finden. Dieser Puck **142** bewegt sich auf seiner flachen Unterseite auf den sich hin und her bewegenden Förderern **146a**. Am Übergang von dem letzten Förderer zu dem Schienen- oder Lageabschnitt, der so gezeigt ist, daß er geradlinige Anlageführungen **154** enthält, ist eine positionsmäßige Toleranz erforderlich, um die linearen Lageführungen **154** in Eingriff zu nehmen. Die Pucks **142** richten sich von selber aus, sobald sie sich auf den geradlinigen Lageführungen **154** befinden.

[0102] Die Tandemlinearmotoren **150a**, **150b** und Greifer **156** bewegen sich hin und her, während sich die Pucks **142** in einer kontinuierlichen Bewegung bewegen. Mit Motorbeschleunigungen von etwa 40 m/s² sind Geschwindigkeiten von etwa 300 Laminierungen pro Minute realisierbar. Diese Produktivitätshöhe ist mit kommerziell erhältlichen Komponenten durchführbar. Diese Schätzwerte basieren auf Pucks **142** mit einer Länge von etwa 100 mm, was zu Strahlennengeschwindigkeiten von etwa 30 Metern pro Minute führt.

[0103] Wie ferner in [Fig. 6](#) gezeigt wird, erfassen optische Sensoren **138**, **133** gegebenenfalls die Pucks **142** und die Produktfolien auf der Vakuumrolle **130**. Die Linearmotoren **150a**, **150b** verwenden zur Positionsrückkopplung in der Regel Linearcodierer.

[0104] Innerhalb des Kontextes eines breiter gefaßten Prozesses werden gefüllte Pucks **142** zu Endbearbeitungsstationen gelenkt, während leere Pucks **142** in die stapelnde Schleife eingeführt werden. Es können relativ hohe Spaltdrücke erforderlich sein, um bestimmte Arten von Produkten wie etwa beispielsweise eine Batterie oder Brennstoffzelle, ordnungsgemäß auszubilden. Medizinische Produkte und Verpackungsanwendungen erfordern möglicherweise nicht solche hohen Kräfte. Die in den [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) gezeigte Implementierung ist dafür ausgelegt, für eine gute mechanische Unterlage unter dem Spalt **147** zu sorgen, wo die Gesamtkraft **600** Pfund

oder mehr betragen kann.

[0105] Wie in den [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) dargestellt, bewegen sich die Pucks **142** in einer kontinuierlichen Bewegung von rechts nach links. Unter dem Spalt **147** werden die Pucks **142** auf Rundweglagern und -schienen getragen, oder auf Nockenstößeln, die in maschinell bearbeiteten Laufbahnen laufen. Beide dieser Optionen gestatten, die Pucks **142** zwischen dem Förderer **146a** und der geradlinigen Anlageführung **154** zu übertragen. Diese Lager oder Nockenstößel können unabhängig von den geradlinigen Motorlagern implementiert werden und können deshalb so bemessen werden, wie dies zum Aushalten der Laminierungslast erforderlich ist. Die Lager oder Nockenstößel können sich mit den Pucks **142** bewegen oder können stationär sein und so angeordnet sein, daß sie eine „aktive“ Spur für die Pucks **142** bilden.

[0106] Der Förderer **146a** vor dem Schienen-/Führungsabschnitt oder Laminierungstisch **145** treibt die ganze Schlange von Pucks **142** in einer Vorwärtsrichtung mit der nominellen Bandgeschwindigkeit. Die vertikale Steuerung des Spalts **147** kann über den Vakuumrollenabschnitt erfolgen. Die vertikale Steuerung ist erforderlich, um die zunehmende Produkt- oder Pakethöhe auf den Pucks **142** zu berücksichtigen. Entweder die Oberseite der Pucks **142** oder die Vakuumrolle **130** selbst kann mit einem nachgiebigen Material bedeckt sein.

[0107] Bei einem Design, das Linearmotoren **150a**, **150b** verwendet, stützen die linearen Lagerführungen **154** unabhängige Lager, die sowohl die Spulen als auch die Greifer **156** stützen. Wenn geradlinigen Lagerführungen **154** ausreichend stark sind, um die Laminierungskraft auszuhalten, können die Nockenstößel und die maschinell gearbeiteten Laufbahnen entfallen. In diesem Fall würden die Greifer **156** den Puck **142** ganz durch den Spalt **147** befördern, was die Laufbahn etwas länger macht.

[0108] Bei einer weiteren Ausführungsform würde keine Vakuumrolle **130** verwendet werden. Die Pucks **142** würden direkt unter einer Ablösestation oder einem anderen Folienzufuhrmechanismus hindurchlaufen, wo die Vorderkante der Produktfolie an die Vorderkante des Stapels geklebt würde. Dieser Ansatz ist denen nicht unähnlich, die bei einer Etikettiermaschine verwendet werden. Der Puck kann dann durch einen Spalt getrieben werden, um die Laminierung zu beenden.

[0109] [Fig. 8](#) veranschaulicht eine Ausführungsform einer DL-Vorrichtung **190**, in der Produktfolien in einem Direktlaminierungsansatz von einer abtrennbaren Bahnschicht auf Pucks **142** übertragen werden. Die in [Fig. 8](#) gezeigte Direktlaminierungsvorrichtung **190** enthält einen Förderer **202**, um den herum sich eine Reihe von Pucks oder Schlitten **142** auf

umlaufende Weise bewegen.

[0110] Bei dieser besonderen Ausführungsform bewegen sich die beabstandeten Pucks **142** in einer gewünschten Richtung über die Oberseite des Förderers **202**, entlang einem bogenförmigen Weg entlang einer Seite des Förderers **202**, entlang einem Bodenabschnitt des Förderers **202** und kehren zu der Oberseite des Förderers **202** entlang einem bogenförmigen Weg entlang der anderen Seite des Förderers **202** zurück. Die Pucks **142** können entlang einem kontinuierlichen Weg auf dem Förderer **202** auf eine Weise bewegt werden, die zuvor bezüglich eines VL-Ansatzes beschrieben wurde. Es versteht sich außerdem, daß ein DL-Prozeß alternativ einen sich hin und her bewegenden Förderer des oben beschriebenen Typs verwenden kann.

[0111] Wie in [Fig. 8](#) dargestellt, wird zwischen einer Laminierungsrolle **212** und jedem der Pucks **142** ein Spalt **214** ausgebildet, wenn sich die Pucks **142** in die Nähe zu der Laminierungswalle **212** bewegen. Bei dieser Ausführungsform wird eine Produktbahn **213** von einer Vorratsrolle **210** abgewickelt und in einen zwischen einer Laminierungsrolle **212** und jedem Puck **142** ausgebildeten Spalt **214** gelenkt, wenn die Pucks **112** in die Nähe zu der Laminierungsrolle **212** bewegt werden. Eine oder mehrere Unterstützungswalzen **201** können an dem Förderer **202** angeordnet sein, um für relativ hohe Laminierungskräfte zu sorgen, die zwischen der Laminierungsrolle **212** und den Pucks **142** entstehen.

[0112] Wenn jeder Puck **142** in der Nähe zu der Laminierungsrolle **212** vorbeiläuft, um den Spalt **214** zu bilden, wird eine Produktfolie **216**, wie etwa eine elektrochemische Elementarzellenfolie, von der Bahn auf den Puck **142** übertragen. Dieser Puck **142** wird entlang dem Förderer aus der Nähe zu der Laminierungsrolle **212** wegbewegt, und der nächste Puck **142** bewegt sich in die Nähe zu der Laminierungsrolle **212**, um den Spalt **214** zu bilden. Eine Produktfolie **216** wird von der Bahn auf diesen Puck **142** übertragen. Dieser Prozeß wird mehrmals wiederholt, um einen Stapel von Produktfolien auf jedem der Pucks **142** zu konstruieren, die unter der Laminierungsrolle **212** umlaufen. Eine vertikale Steuerung des Spalts **214** ist vorgesehen, um die wachsende Höhe des Produkts oder des Pakets auf den Pucks **142** zu berücksichtigen.

[0113] Es ist wünschenswert, aber nicht erforderlich, daß die Pucks **142**, die an dem Förderer **202** befestigt sind oder sich auf andere Weise darauf bewegen, eine Länge aufweisen, die größer ist als die einer Produktfolie/eines Produktstapels. Bei einer Ausführungsform beträgt die Länge eines Pucks **142** etwa 4 Inch (z. B. 4,09 Inch), die Breite des Pucks **142** beträgt etwa 6 Inch (z. B. 5,91 Inch). Der Abstand zwischen einzelnen Pucks **142** ist etwa gleich der

Länge einer Produktfolie/eines Produktstapels.

[0114] Gemäß einer Implementierung kann die Produktbahn **213** mit Geschwindigkeiten im Bereich zwischen 0 und 10 Metern/Minute bewegt werden. Die Produktbahnbreite kann etwa 8 Inch betragen. Die Produktfolien können elektrochemische Elementarzellenfolien mit einer Länge von bis zu etwa 17 Inch sein.

[0115] Bei der in [Fig. 8](#) dargestellten Ausführungsform wird nur eine Laminierungsstation verwendet. Als solche werden nur alternierende Produktfolien, die trennbar an der Bahn angebracht sind, auf die Pucks **142** übertragen, wodurch jede andere Produktfolie an der Bahn befestigt bleibt. Diese nicht verwendeten Produktfolien können mit der Schicht während eines ersten Durchlaufs durch die DL-Vorrichtung **190** aufgewickelt werden und während eines zweiten Durchlaufs hindurchlaufen, um die verbleibenden Produktfolien zur 100%igen Ausnutzung auf jeweilige Pucks **142** zu übertragen.

[0116] Die Haftung der Oberseite der auf dem Puck **142** und die nichtklebende Seite der Produktfolie laminierten ersten Produktfolienschicht muß ausreichend hoch sein, um die Produktfolie sauber von der Trennschicht der Bahn abzuziehen. Die Haftung der Unterseite der ersten Schicht an der Oberseite des Pucks **142** muß ausreichend hoch sein, um den Stapel während des restlichen Prozesses zu verankern und ihn bei Bedarf dennoch leicht freizugeben. Im Fall einer elektrochemischen Zellenkonstruktion beispielsweise kann diese erste Schicht eine klebende Elektrolyt/Lithiumfolie/klebende Elektrolyt-Struktur sein und die Oberseite des Pucks **142** kann eine dünne Schicht aus einem inerten lösbaren dielektrischen Material enthalten. In diesem Fall weist jede nachfolgende Schicht in der Regel eine Kathode/Stromsammelner/Kathode/Elektrolyt/Lithiumfolie/Elektrolyt-Struktur auf.

[0117] Bei einer Ausführungsform liegt die Haftung der Produktfolien an der Trennschicht der Bahn in der Regel im Bereich zwischen etwa 2 Gramm/Inch und etwa 100 Gramm/Inch. Die Haftung zwischen den Produktfolien liegt in der Regel im Bereich zwischen etwa 300 Gramm/Inch und etwa 1200 Gramm/Inch.

[0118] Differenzen zwischen einer ersten Schicht und nachfolgenden Schichten in einem DL-Laminierungsprozeß erfordern wahrscheinlich einen Rollenwechsel oder einen Spleiß, nachdem alle Pucks **142** einen ersten Grundierungsdurchgang durch den Spalt **214** gemacht haben. Nach der Fertigstellung des Produktstapels werden die Pucks **142** ausgeladen. Dies kann entweder manuell oder durch den Einsatz eines automatisierten Ausladeprozesses erleichtert werden. Das Abtrennen eines Produktstapels von den Pucks **142** kann beispielsweise durch

den Einsatz eines lösbaren Klebers zwischen der Puckoberfläche und der benachbarten Produktstapelschicht bewerkstelligt werden, etwa durch eine dünne Schicht aus einem bereits erwähnten inerten lösbaren dielektrischen Material. Als weiteres Beispiel kann ein Vakuummechanismus, der zum Verankern des Produktstapels an der Puckoberfläche während des Stapelungsprozesses verwendet werden kann, betätigt werden, um einen Gegendruck auf dem Produktstapel zu erzeugen, um das Ausladen des Produktstapels von dem Puck zu erleichtern.

[0119] Gemäß einer Ausführungsform ist die Laminierungsrolle **212** mit Kautschuk bedeckt. Die Pucks **142** sind im wesentlichen flach und starr. Während die mit Kautschuk bedeckte Laminierungsrolle **212** im Spalt **214** verformt wird, bleibt der Produktstapel im wesentlichen flach und relativ unbeanspruchung, was allgemein vorteilhaft ist. Eine auf der Oberseite des Pucks **142** vorgesehene Beschichtung kann ausreichend dünn sein, um eine Wärmeübertragung von einer kurzgeschlossenen Zelle in den Puck **142** zu gestatten, was einen potentiellen Sicherheitsvorteil darstellt, wenn es zu einer derartigen Kurzschlußbildung kommt. Weil die Trennschicht bei dieser Ausführungsform nicht um einen Ablösepunkt gebogen wird, könnte sie potentiell wiederverwendet werden, wodurch man Kosteneinsparungen erhält. Ferner sind die Produktfolien immer im positiven Kontakt entweder mit der Bahnschicht oder dem Puck **142** oder beiden, weshalb es unwahrscheinlich ist, daß sie die Ausrichtung oder Registrierung verlieren. Außerdem ist gemäß dieser Ausführungsform keine Vakuumwalze erforderlich, wodurch man weitere potentielle Kosteneinsparungen erhält.

[0120] Pucksensoren und Produktsensoren werden bevorzugt verwendet, um die Registrierung der Produktfolien auf den Pucks **142** beizubehalten und die Position der DL-Rolle **212** zu justieren, um die wachsende Höhe des Stapels zu berücksichtigen. Diese Sensoren vereinfachen die Feinabstimmung der Geschwindigkeit und Position des Kettenantriebs und deshalb der Pucks **142** relativ zu den an der Bahn angebrachten Produktfolien. Ein Steuerriemen oder ein anderes Servosystem kann anstelle des über eine Kette angetriebenen Förderers **202** verwendet werden, und bei einem fortgeschrittenen Prozeß müssen die Pucks **142** nicht notwendigerweise am Förderer **202** fixiert sein.

[0121] [Fig. 9](#) veranschaulicht eine DL-Vorrichtung **200**, die zwei Laminierungsstationen **202** und **204** gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt (z. B. eine einfache Produktbahn, doppelte Laminierungsstationen). [Fig. 9](#) zeigt einen DL-Prozeß, der von links nach rechts abläuft. Zwei Laminierungsstationen **202** und **204** sind vorgesehen, die jeweils alternierende, von einer Trägerbahn **213** übertragene Produktfolien **216** auf einen Satz

von umlaufenden Pucks **142** laminieren. Insbesondere überträgt eine erste Laminierungsstation **202** jede zweite Produktfolie auf ihre jeweiligen Pucks **142**, während die zweite Laminierungsstation **204** die übrigen Produktfolien auf ihre jeweiligen Pucks **142** überträgt. Bei der in [Fig. 9](#) gezeigten Ausführungsform enthält jede der Laminierungsstationen **202**, **204** einen über eine Kette angetriebenen Förderer **146b**, **146c**.

[0122] Eine Trägerbahn **213** aus Produktfolien **216** wird von einer Vorratsrolle **210** abgewickelt. Die Trägerbahn **213** aus geschnittenen Produktfolien **216** kann unter Herstellung einer Rotationsumformungsvorrichtung und eines Rotationsumformungsverfahrens wie oben erörtert hergestellt werden. Die Trägerbahn **213** läuft in einen Spalt **214**, der nacheinander zwischen einer ersten Laminierungsrolle **212** und jedem der Pucks **142** an der ersten Laminierungsstation **202** entsteht. Wegen des Abstands, der zwischen sich auf dem Förderer **146b** der ersten Laminierungsstation **202** bewegenden Pucks **142** vorgesehen ist, werden alternierende Produktfolien **216** von der Trägerbahn **213** auf Pucks **142** übertragen, während die Trägerbahn **213** während des DL-Prozesses von der Vorratsrolle **210** abgewickelt und auf eine Aufnahmerolle **222** aufgewickelt wird.

[0123] Ein zweiter Spalt **215** an der zweiten Laminierungsstation **204** wird zwischen einer zweiten Laminierungsrolle **220** und jedem der Pucks **142** gebildet, die um den Förderer **146c** umlaufen. Die nach dem Durchlauf der durch die erste Laminierungsstation **202** auf der Trägerbahn **213** verbleibenden Produktfolien **216** werden von der Trägerbahn **213** zu Pucks **142** der zweiten Laminierungsstation **204** übertragen. Als solche werden Stapel aus Produktfolien auf Pucks an jeder der beiden Laminierungsstationen während eines kontinuierlichen DL-Prozesses entwickelt. Es sei angemerkt, daß sich die trennbar an der Trägerbahn **213** angebrachten Produktfolien **216** mit oder ohne einem Abstand, der zwischen benachbarten Produktfolien **216** vorgesehen ist, auf der Trägerbahn **213** befinden können.

[0124] Es versteht sich, daß mehr als zwei Laminierungsstationen verwendet werden können und daß Prozeßparameter wie etwa Bahngeschwindigkeit, Produktfoliengröße und Puckabstand ordnungsgemäß justiert werden können, um die zusätzlichen Laminierungsstationen zu ermöglichen. Pucksensoren und Produktsensoren werden bevorzugt verwendet, um die Registrierung der Produktfolien auf den Pucks **142** beizubehalten. Diese Sensoren erleichtern die unabhängige Feinabstimmung der Geschwindigkeit und Position der Förderer **146b**, **146c** (z. B. Kettenantriebe). Ein Steuerriemen oder ein anderes Servosystem kann alternativ anstelle eines über eine Kette angetriebenen Förderers **146b**, **146c** verwendet werden.

[0125] [Fig. 10](#) veranschaulicht eine DL-Vorrichtung **201** gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Diese Ausführungsform veranschaulicht eine Implementierung mit dualer Laminierungsstation und einzelner Förderer-DL-Vorrichtung. Wie dargestellt enthält die DL-Vorrichtung **201** eine einzelne Laminierungsstation **203**, die einen Förderer **221** enthält. Eine Bahn **213** aus Produktfolien **216** wird von einer Vorratsrolle **210** abgewickelt und läuft zwischen einer ersten Laminierungsrolle **212** und einer Reihe umlaufender Pucks **142**. Alternierende Produktfolien **216** werden an einem ersten Spalt **214** von der Bahn **213** auf die sich bewegenden Pucks **142** übertragen. Die verbleibenden Produktfolien **216** werden an einer zwischen einer zweiten Laminierungsrolle **220** und jedem der Pucks **142** ausgebildeten zweiten Spalte **215** auf sich bewegende Pucks **142** übertragen. Die Trennschicht wird dann auf eine Aufnahmerolle **222** aufgewickelt.

[0126] Gemäß einer DL-Implementierung, die die in [Fig. 10](#) gezeigte Vorrichtung **201** verwendet, ist die Trägerbahn **213** eine Trennschicht, auf der vorgeschnittene elektrochemische Elementarzellenfolien **216**, die alternierende Folien aus Kathode/Stromsammeler/Kathode- und Separator/Anode/Separator-Strukturen in einem Stapel enthalten, trennbar getragen werden. Alternativ kann die Trägerbahn **216** vorgeschnittene elektrochemische Elementarzellenfolien **216** tragen, die alternierende Folien aus Separator/Anode/Separator- und Kathode/Stromsammeler/Kathode-Strukturen in einem Stapel enthalten.

[0127] Gemäß einer Implementierung kann die Produktbahn **213** mit Geschwindigkeiten im Bereich zwischen 0 und 10 Meter/Minute bewegt werden. Die Produktbahn kann etwa 8 Inch breit sein. Die Elementarzellenfolien können eine Länge von bis zu etwa 17 Inch aufweisen.

[0128] [Fig. 10](#) zeigt außerdem mehrere zusätzliche Komponenten, die in anderen Ausführungsformen verwendet werden können, wie etwa die, die in den zuvor erörterten [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) gezeigt sind. Die DL-Vorrichtung **201** kann eine Bahnführung **223** enthalten, um die Bahnausrichtung zu unterstützen, während die Bahn über eine Spannrolle **219** läuft. Eine IR-Heizvorrichtung **232** kann verwendet werden, um Produktfolien **216** auf eine Solltemperatur zu erwärmen. Ausrichtungssensoren **234** wie etwa optische Sensoren können zum Detektieren der Position der Produktfolien **216** auf der Trägerbahn **213** und der Geschwindigkeit und Position der Pucks **142** und/oder des Kettenantriebs/des Förderers **221** verwendet werden. Der Förderer **221** kann eine oder mehrere servogesteuerte Antriebswalzen **211** enthalten, um die Justierung der Förderergeschwindigkeit während des DL-Prozesses zu erleichtern. Wie bei anderen Ausführungsformen ist eine vertikale Steuerung der Laminierungsrollen **214**, **215** vorgesehen,

um die wachsende Höhe des Produkts oder Pakets auf den Pucks **142** zu berücksichtigen. Alternativ kann die Zellenhöhe durch Justieren der Höhe des Pucks berücksichtigt werden.

[0129] [Fig. 11](#) veranschaulicht noch eine weitere Ausführungsform einer DL-Vorrichtung **300** gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung. Gemäß dieser Ausführungsform werden jeweils mehrere Produktbahnen **306**, **326** durch mehrere Laminierungsspalten **214**, **215** geschickt, um Stapel aus Folienprodukt oder Verpackung auf einer Reihe von sich kontinuierlich bewegendem umlaufenden Pucks **142** zu konstruieren. Wie gezeigt enthält die Produktbahn **306** Produktfolien, die sich von denen unterscheiden, die entfernter an der Produktbahn **326** angebracht sind, wobei zu verstehen ist, daß die beiden Produktbahnen **306**, **326** die gleiche Art von Produktfolien tragen können. Wie weiter gezeigt wird, weist jede Produktbahn **306**, **326** nur einen zugeordneten Laminierungsspalt **214**, **215** derart auf, daß jede zweite Produktfolie an jedem Spalt **214**, **215** auf jeweilige Pucks übertragen wird. Es versteht sich, daß zwei Laminierungsspalten für jede Produktbahn **306**, **326** vorgesehen sein können, so daß alle Produktfolien einer gegebenen Bahn während eines einzigen Durchlaufs auf jeweilige Pucks übertragen werden. Es versteht sich weiterhin, daß mehr als zwei Laminierungsspalten für jede Produktbahn **306**, **326** vorgesehen sein können, so daß alle Produktfolien einer gegebenen Bahn während eines einzigen Durchlaufs auf jeweilige Pucks übertragen werden.

[0130] Ein Vorteil, der beim Implementieren einer DL-Methodologie gemäß dieser Ausführungsform realisiert werden kann, betrifft die Fähigkeit, die Laminierung jeder auf Bahnen **306**, **326** getragenen Produktfolie unabhängig davon zu alternieren, welche Produktfolie zuerst auf die Pucks **142** übertragen wird. Beispielsweise kann die Produktbahn **306** elektrochemische Anodenproduktfolien trennbar tragen, elektrochemische Kathodenproduktfolien trennbar tragen, die eine Kathode/Stromsammeler/Kathode-Struktur enthalten. Beispielsweise können die Anodenproduktfolien zuerst auf die Pucks **142** laminiert werden, gefolgt von Kathodenproduktfolien, um einen Stapel aus alternierenden Anoden-/Kathodenproduktfolien zu konstruieren.

[0131] Gemäß einer Implementierung kann die Produktbahn **306** mit Geschwindigkeiten im Bereich zwischen 0 und 10 Meter/Minute bewegt werden. Die Produktbahnbreite kann etwa 8 Inch betragen. Die Elementarzellenfolien können eine Länge von bis zu etwa 17 Inch aufweisen. Die Produktbahnvorratsrollen **302** und **322** können jeweils einen Durchmesser von bis zu etwa 18 Inch aufweisen.

[0132] Nunmehr unter Bezugnahme auf die [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) wird eine Stapelungs-/Lami-

nierungsvorrichtung **500** gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Gemäß dieser Ausführungsform kann die Stapelungs-/Laminierungsvorrichtung **500** dazu verwendet werden, Stapel von Materialien mit einem hohen Präzisionsgrad herzustellen. Die von der Stapelungs-/Laminierungsvorrichtung **500** verarbeiteten Materialien können Materialschichten mit unterschiedlichen Abmessungen und unterschiedlicher Verformbarkeit enthalten.

[0133] Gemäß der in den [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) dargestellten Ausführungsform braucht sich ein Puck während der Übertragung der Produktfolie von der Laminierungsrolle auf den Puck nicht in Bewegung zu befinden. Der Puck kann an einem Förderer angebracht sein oder nicht, doch bei dieser Ausführungsform braucht sich der Förderer während des Laminierungs- oder Stapelbauprozesses nicht in Bewegung zu befinden. Eine Walze wird über den Puck bewegt und gleichzeitig zwischen den Positionen A und B gedreht, so daß ein Punkt auf der Oberfläche der Walze bei jedem Durchlauf an der gleichen Stelle mit dem Puck koppelt. Die Rolle ist in der Lage, die segmentierte Produktfolie in einer fixierten Position auf der Oberfläche der Rolle zu halten. Dies kann durch Vakuum, Elektrostatik oder mit einem Kleber bewerkstelligt werden.

[0134] Die Stapelungs-/Laminierungsvorrichtung **500** weist einen justierbaren Mechanismus zum Steuern der Entfernung von der Oberfläche des Pucks zu der Oberfläche der Laminierungsrolle auf. Mit wachsender Stapelhöhe wird die Entfernung vergrößert. Die Rolle kann eine segmentierte Produktfolie oder eine von einer Trägerfolie am Puck getragene segmentierte Produktfolie liefern. Die Vorrichtung **500** ist so ausgelegt, daß zwei verschiedene Laminate oder Laminatverbundstoffe mit Präzisionsausrichtung in einen einzigen Stapel laminiert werden. Paletten aus jedem Laminat könnten an beiden Enden der Maschine für ein Laminataufnehmen vor der Laminierung angebracht werden.

[0135] Die Stapelungs-/Laminierungsvorrichtung **500** gemäß einer Ausführungsform verwendet eine Vakuumrolle **502** zum Positionieren und Halten der Materialien. Das Positionieren der Materialien erfolgt durch die Verwendung von Referenzmarken auf der Vakuumrolle **502**. Nach dem Plazieren der Fläche aus Material auf der Vakuumrolle **502** unter Verwendung der Rollenreferenzmarkierungen zu ihrer präzisen Platzierung wird die Vakuumrolle **502** vorwärts bewegt, indem sie mit einem Griff **504** gedreht wird. Während sich die Vakuumrolle **502** dreht, bewegt sie sich an einem Mechanismus **506** zur Positionierungsanpassung vorwärts.

[0136] Wegen dieser Wechselwirkung wird die von der Vakuumrolle **502** getragene Fläche aus Material

immer an der gleichen Stelle auf dem Laminierungspuck **508** vorgelegt, an der es zu der Laminierung kommt. Weil das Flächenmaterial an dem Laminierungspuck **508** oder nachfolgenden Schichten aus Material mit größerer Kraft haftet als die Haltekraft der Vakuummrolle **502**, wird die Fläche aus Material von der Vakuummrolle **502** freigegeben und auf den Laminierungspuck **508** übertragen. Die zweite Schicht aus dem Material wird dann auf der Vakuummrolle **502** gemäß einem weiteren Satz von Referenzmarken auf der Vakuummrolle **502** plazierte, wobei solche Referenzmarken von den anwendbaren Laminierungsanforderungen für einen gegebenen Prozeß abhängen, und wird in der umgekehrten Richtung auf dem wachsenden Stapel aus Materialien laminiert. Mit wachsendem Stapel wird eine Schraubenwinde **510** über einen Griff **503** betätigt, um die Höhe des Laminatstapels für einen Spielraum zu senken und um einen durchgehenden Laminierungsdruck aufrechtzuerhalten.

[0137] Im Wege einer weiteren Beschreibung enthält die Stapelungs-/Laminierungsvorrichtung **500** eine Station **501** mit einer Stationslaminationsöffnung **503** und einem justierbaren Tisch **505**. Der justierbare Tisch **505**, der eine obere Oberfläche **507** aufweist, kann hinsichtlich der vertikalen (z. B. Höhe), seitlichen und axialen Achse (z. B. x-, y- und z-Achse) und außerdem hinsichtlich Schwenkbewegung justiert werden. Der justierbare Tisch **505** kann innerhalb der Station **501** und integral mit dieser angeordnet sein und sich unter der Stationslaminationsöffnung **503** der Station **501** befinden. Die Vorrichtung enthält weiterhin einen Puck **508**, der an der oberen Oberfläche **507** des justierbaren Tisches angebracht ist. Der Puck **508** kann als Funktion der Bewegung der oberen Oberfläche des justierbaren Tisches bewegt werden. Eine drehbare Laminierungsoberfläche **502** ist zur Bewegung zwischen den Positionen A und B vorgesehen und enthält eine Vorrichtung **506** zur Anpassung der Position des Pucks **508** an die drehbare Laminierungsoberfläche **502**.

[0138] Eine erste Produktzufuhrvorrichtung gemäß dieser Ausführungsform führt erste Produktfolien wie etwa Kathodenschichtstrukturen der drehbaren Laminierungsoberfläche **502** zu. Eine zweite Produktzufuhrvorrichtung führt zweite Produktfolien, wie etwa Anodenschichtstrukturen, der drehbaren Laminierungsoberfläche **502** zu. Die erste und zweite Produktzufuhrvorrichtung arbeiten mit der drehbaren Laminierungsoberfläche **502** zusammen, um jeweilige erste und zweite Folien auf den Puck **508** auf einer sich wiederholenden und alternierenden Basis von gegenüberliegenden Enden der Station **501** zu übertragen, um auf dem Puck **508** einen Stapel aus alternierenden ersten und zweiten Produktfolien herzustellen.

[0139] Die Folien können durch Einsatz eines Vaku-

ums, eines Klebers, Elektrostatik oder einer Kombination dieser Ansätze an der drehbaren Laminierungsoberfläche **502** gehalten werden. Die Positionsanpassung des Pucks **508** an die drehbare Laminierungsoberfläche **502** erfolgt gemäß einem Ansatz durch die Verwendung einer Zahnstangenvorrichtung **506**. Es versteht sich, daß andere Positionsanpassungs- oder -justiermechanismen eingesetzt werden können, wie etwa Walzenlager mit Führungswalzen, Aufnehm- und Ablegevorrichtungen und andere Zahnrad-/Riemen-Baugruppen (als Beispiel).

[0140] Die Bewegung der drehbaren Laminierungsoberfläche **502** und der oberen Oberfläche **507** des justierbaren Tisches können manuell bewirkt werden. Alternativ können die Bewegung der drehbaren Laminierungsoberfläche **502** und der oberen Oberfläche **507** des justierbaren Tisches auf voll- oder teilautomatische Weise bewirkt werden, wie etwa durch die Verwendung von einem oder mehreren steuerbaren Elektromotoren.

[0141] Bei einer Ausführungsform wird der Puck **508** ganz oder teilweise aus einem wärme- und elektrischisolierenden Material gebildet. Der Puck **508** kann mit Positionsindikatoren versehen sein, wie etwa x-, y- und z-Positionsindikatoren und einem Schwenkbewegungsindikator (als Beispiel). Die Produktzufuhrvorrichtungen können eine oder mehrere Bahnen aus ein- oder mehrschichtigen Folien enthalten und die Folien können Trennschichten enthalten. Die Produktzufuhrvorrichtungen können eine oder mehrere manuell funktionierende Zufuhrvorrichtungen enthalten, die für die manuelle Zufuhr von Folien zu der drehbaren Laminierungsoberfläche **502** sorgen.

[0142] Es versteht sich, daß eine große Vielfalt von Materialien unterschiedlicher Typen, Größen und Formen durch Rotationsumformungs- und/oder Stapelungsvorrichtungen und -methodologien gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung verarbeitet werden kann. Die Grundlagen der vorliegenden Erfindung können beispielsweise auf die Konstruktion von Laminatbrennstoffzellen angewendet werden.

[0143] Gemäß einer Ausführungsform können elektrochemische Einrichtungen, einschließlich Protonenaustauschmembranbrennstoffzellen, Sensoren, Elektrolysezellen, Chlor-Alkali-Separationsmembranen und dergleichen aus Membranelektrodenbaugruppen (MEAs) konstruiert werden. Derartige MEAs enthalten mindestens einen Elektrodenabschnitt, der ein katalytisches Elektrodenmaterial wie etwa Platin (Pt) in Kontakt mit einer ionenleitenden Membran enthält. Ionenleitende Membranen (ICMs) werden oftmals als feste Elektrolyten in elektrochemischen Zellen verwendet.

[0144] Bei einer typischen Brennstoffzelle beispielsweise steht eine ICM in Kontakt mit einer Kathode und einer Anode und transportiert an der Anode gebildete Ionen zu der Kathode, wodurch Strom in einer die Elektroden verbindenden externen Schaltung fließen kann. Die zentrale Komponente einer elektrochemischen Zelle, wie etwa einer Brennstoffzelle, Sensor, Elektrolysezelle oder elektrochemischer Reaktor, ist eine dreischichtige Membranelektrodenbaugruppe oder MEA. Die MEA enthält im allgemeinsten Sinne zwei katalysierte Elektroden, zwischen denen ein ionenleitender Elektrolyt, bevorzugt ein fester Polymerelektrolyt, geschichtet ist. Diese dreischichtige MEA ist wiederum zwischen zwei porösen, elektrisch leitenden Elementen geschichtet, die als Elektroden-trägerschichten (EBLs) bezeichnet werden, um eine fünfschichtige MEA zu bilden.

[0145] Die Vorrichtungen und Verfahren der vorliegenden Erfindung können beispielsweise dazu verwendet werden, um eine Kathode und eine Anode in Übereinstimmung miteinander mit einer ICM zu verbinden und in einem nachfolgenden Schritt die dreischichtige MEA mit jeweiligen kathodenseitigen EBLs zu verbinden, um eine fünfschichtige MEA herzustellen. Alternativ können im voraus ausgebildete Teilbaugruppen der fünfschichtigen MEA zusammengebracht werden, um die fertiggestellte MEA herzustellen. Beispielsweise kann eine Teilbaugruppe, die eine EBL umfaßt, mit der eine Elektroden-schicht verbunden worden ist, mit einer Teilbaugruppe verbunden werden, die eine EBL umfaßt, mit der eine zweite Elektrode, die weiterhin eine ICM trägt, verbunden worden ist.

[0146] Andere Arten von Laminatstapeln können gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung produziert werden. Die [Fig. 13–Fig. 18](#) zeigen verschiedene unterschiedliche Arten von Laminatstapeln, die unter Verwendung eines rotationsumformenden und/oder VL/DL-Stapelungsansatzes der vorliegenden Erfindung produziert werden können.

[0147] [Fig. 13](#) veranschaulicht einen Laminatstapel aus mehrfarbigen Folien aus Material. Mehrere Schichten aus farbigen oder gedruckten Folien können miteinander laminiert und in eine gewünschte Form geschnitten und dann gestapelt werden. Beispielsweise können fünf verschiedene Bahnen aus Produkt, die jeweils eine eigene Farbe aufweisen, wobei ein Abschnitt der Rückseite Kleber enthält, miteinander laminiert und in eine gewünschte Form geschnitten werden. Dieser Stapel kann auf einem Puck plaziert werden, der umläuft, bis mehrere Laminationen aufgestapelt sind, wobei dann jeder Puck aus der umlaufenden Schleife herausbewegt und durch einen leeren Puck ersetzt wird.

[0148] [Fig. 14](#) zeigt mehrere Schichten einer einfarbigen Folie aus Papier oder Film, wobei ein Abschnitt

der Rückseite einen Kleber aufweist, die zusammen laminiert und an einer ersten Schneidstation (z. B. Rotationsziehstation) in eine gewünschte Form geschnitten werden. Der geschnittene Stapel wird auf einem Puck plaziert. Bei einer zweiten Bahnstraße werden mehrere Schichten einer zweiten Farbe, wobei ein Abschnitt der Rückseite einen Kleber aufweist, zusammen laminiert und an einer zweiten Schneidstation in eine gewünschte Form geschnitten. Dieser geschnittene Stapel wird auf einen Puck mit einem Stapel plaziert, der an der ersten Schneidstation geschnitten wurde.

[0149] Dieser Prozeß kann für insgesamt fünf diskrete Bahnstraßen fortgesetzt werden (als Beispiel). Die Pucks bewegen sich je nach der Reihenfolge, in der die Stapel hergestellt werden sollen, von Bahnstraße zu Bahnstraße. Nachdem ein Pad fertiggestellt ist, wird jeder Puck aus der Stapelungsvorrichtung bewegt und durch einen leeren Puck ersetzt. Der fertiggestellte Puck wird zu einem Auspackabschnitt bewegt.

[0150] [Fig. 15](#) veranschaulicht einen Produktstapel oder ein Produktpad, daß dem in [Fig. 14](#) gezeigten ähnlich ist. Der in [Fig. 15](#) dargestellte Produktstapel weist eine ovale Form auf, wohingegen der in [Fig. 14](#) gezeigte Produktstapel eine quadratische oder rechteckige Form aufweist. Es versteht sich, daß die Form des in [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) gezeigten Produktstapels wie benötigt oder erwünscht variieren kann.

[0151] [Fig. 16](#) veranschaulicht einen weiteren Produktstapel oder ein weiteres Produktpad, das dem in [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) dargestellten ähnlich ist, doch die Formen von verschiedenen Schichten ändern sich, wobei zu verstehen ist, daß sich die Farbe der Folien (z. B. Papier oder Film) ändern kann oder nicht. [Fig. 17](#) zeigt einen Produktstapel, der dem in den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) mit der Ausnahme ähnlich ist, daß jede Folie eine andere Form aufweist und jeweils nur eine Folie auf den Puck aufgetragen wird. Es können auch mehrere Formen vorliegen, wobei mehr als fünf diskrete Schneidstationen erforderlich sein können.

[0152] [Fig. 18](#) zeigt einen Pack medizinischer Verbände, die gemäß den Grundlagen der vorliegenden Erfindung gestapelt sind. Eine untere Bahn wirkt wie als die untere Folie eines sterilen Pakets und wirkt auch als der Liner für das Produkt. Ein gemusterter Klebstoff wird auf die Paketbahn auf der Seite aufgetragen, auf der sich nicht der Liner befindet. Der medizinische Verband wird vor diesem Prozeß umgeformt, und jeder Verband wird geschnitten und auf die Liner-/Verpackungsbahn plaziert. Diese Verpackungsbahn wird geschnitten und auf einen Puck plaziert, der zurück umläuft, und ein weiterer Verband auf der Verpackungsbahn wird geschnitten und auf der Oberseite des Stapels plaziert. Dies kann bei-

spielsweise zwischen 10 und 50 Mal wiederholt werden.

[0153] Nachdem alle die Verbände auf dem Puck plaziert sind, wird eine obere Verpackungsbahn auf der Oberseite des Stapels aufgetragen, um als der Deckfilm des Verbands auf der Oberseite des Stapels zu dienen. Zur Verwendung des Produkts wird die obere Bahn entfernt, wodurch der Verband freigelegt wird. Nachdem der Verband entfernt worden ist, wird die untere Verpackungsbahn/der untere Produktliner für den vorausgegangenen Verband nun die obere Verpackungsbahn für das nächste Produkt.

[0154] Die vorausgegangene Beschreibung der verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung wurde zum Zweck der Veranschaulichung und Beschreibung vorgelegt. Sie soll nicht erschöpfend sein oder die Erfindung auf die offenbarte präzise Form beschränken. Angesichts der obigen Lehren sind viele Modifikationen und Variationen möglich. Der Schutzbereich der Erfindung soll nicht durch diese ausführliche Beschreibung beschränkt werden, sondern vielmehr durch die hier angefügten Ansprüche.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Reihe elektrochemischer Dünnschicht-Elementarzellen, das folgendes aufweist:

- Schneiden einer Bahn (Kathodenbahn), die eine sich mit einer ersten Geschwindigkeit bewegende Kathodenschichtstruktur aufweist, in eine Reihe von Kathodenfolien,
- Bewegen jeder der Kathodenfolien mit einer zweiten Geschwindigkeit, die gleich der oder größer als die erste Geschwindigkeit ist,
- Laminieren jeder der sich mit der zweiten Geschwindigkeit bewegenden Kathodenfolien auf eine Bahn (Anodenbahn), die eine sich mit der zweiten Geschwindigkeit bewegende Anodenschichtstruktur aufweist, um eine laminierte Elementarzelle mit einem Raum zwischen benachbarten Kathodenfolien herzustellen, und
- Schneiden der laminierten Anodenbahn innerhalb des Raums zwischen benachbarten Kathodenfolien, um eine Reihe von Elementarzellenfolien herzustellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Schneiden der Kathodenbahn das Schneiden eines Teils der Kathodenbahn und Entfernen überschüssiger Kathodenbahn aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Schneiden der Kathodenbahn das drehende Schneiden der Kathodenbahn aufweist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf

die Anodenbahn weiterhin das drehende Bewegen jeder der Kathodenfolien mit der zweiten Geschwindigkeit aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn weiterhin das drehende Bewegen der Anodenbahn mit der zweiten Geschwindigkeit aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn weiterhin das drehende Bewegen jeder der Kathodenfolien mit der zweiten Geschwindigkeit aufweist, während die Anodenbahn mit der zweiten Geschwindigkeit drehend bewegt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei jede der Kathodenfolien durch eine Länge (L) zwischen etwa 0,635 cm (0,25 Inch) und etwa 60,96 cm (24 Inch) definiert ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Raum (S) zwischen benachbarten Kathodenfolien im Bereich zwischen etwa 0,038 cm (0,015 Inch) und etwa 1,016 cm (0,4 Inch) liegt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei ein Verhältnis der zweiten Geschwindigkeit bezüglich der ersten Geschwindigkeit im Bereich zwischen etwa 1,005 und etwa 1,05 liegt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die erste Geschwindigkeit im Bereich zwischen etwa 0,0254 m/s (5 Fuß pro Minute) und etwa 2,54 m/s (500 Fuß pro Minute) und die zweite Geschwindigkeit im Bereich zwischen etwa 0,0255 m/s (5,025 Fuß pro Minute) und etwa 2,55 m/s (525 Fuß pro Minute) liegt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn weiterhin das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn derart umfaßt, daß sich ein Teil jeder Kathodenfolie über mindestens eine Kante der Anodenschichtstruktur der Anodenbahn erstreckt, um einen Laminierungs-Offset dazwischen zu erzeugen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Laminieren jeder der Kathodenfolien auf die Anodenbahn weiterhin das Erhitzen einer oder beider der Kathodenfolien oder der Anodenbahn aufweist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Schneiden der laminierten Anodenbahn ferner das Detektieren des Raums zwischen benachbarten Kathodenfolien aufweist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Schneiden der laminierten Anodenbahn ferner das optische Detektieren des Raums zwischen benachbarten Kathodenfolien aufweist.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

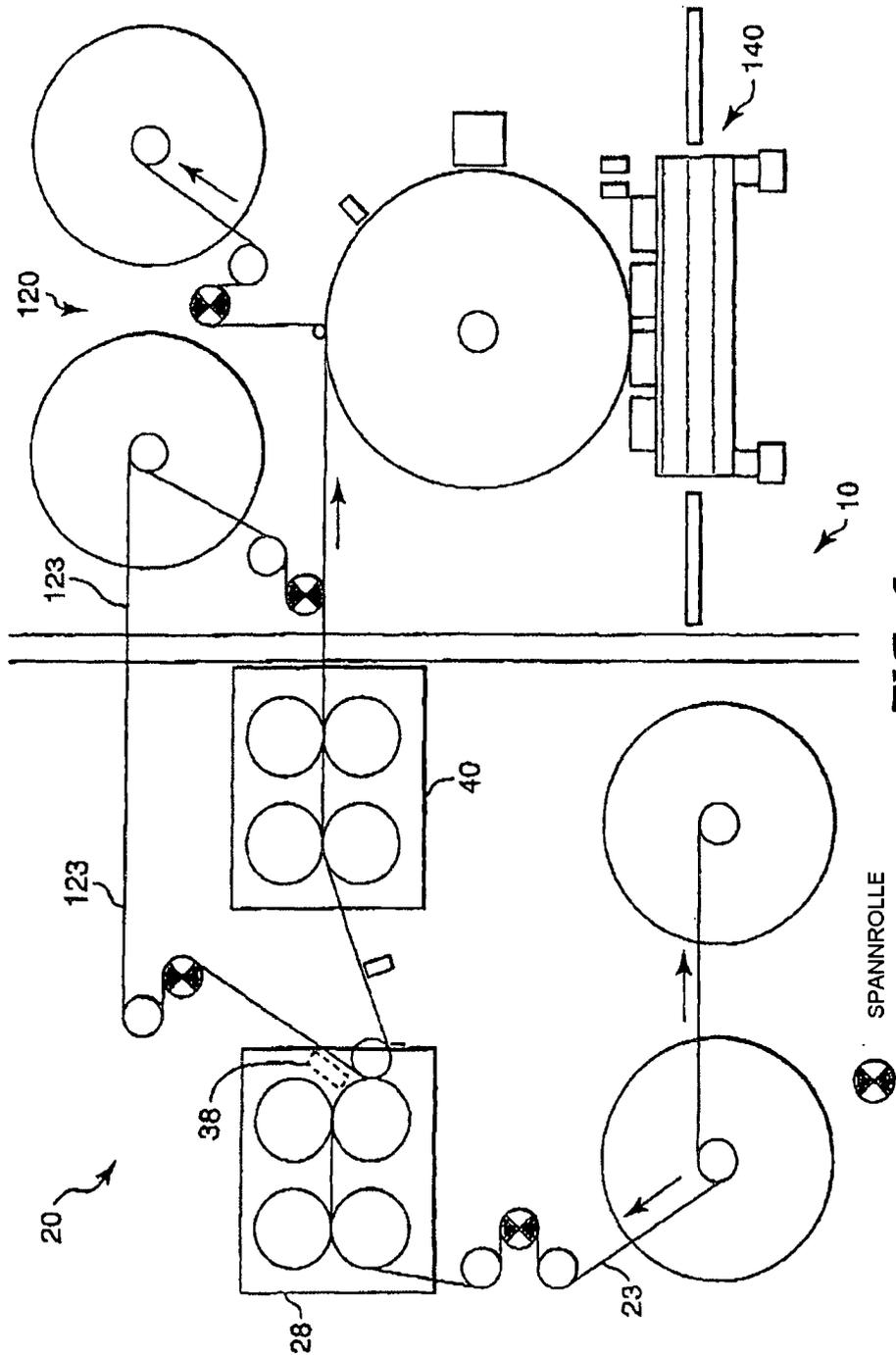


FIG. 1

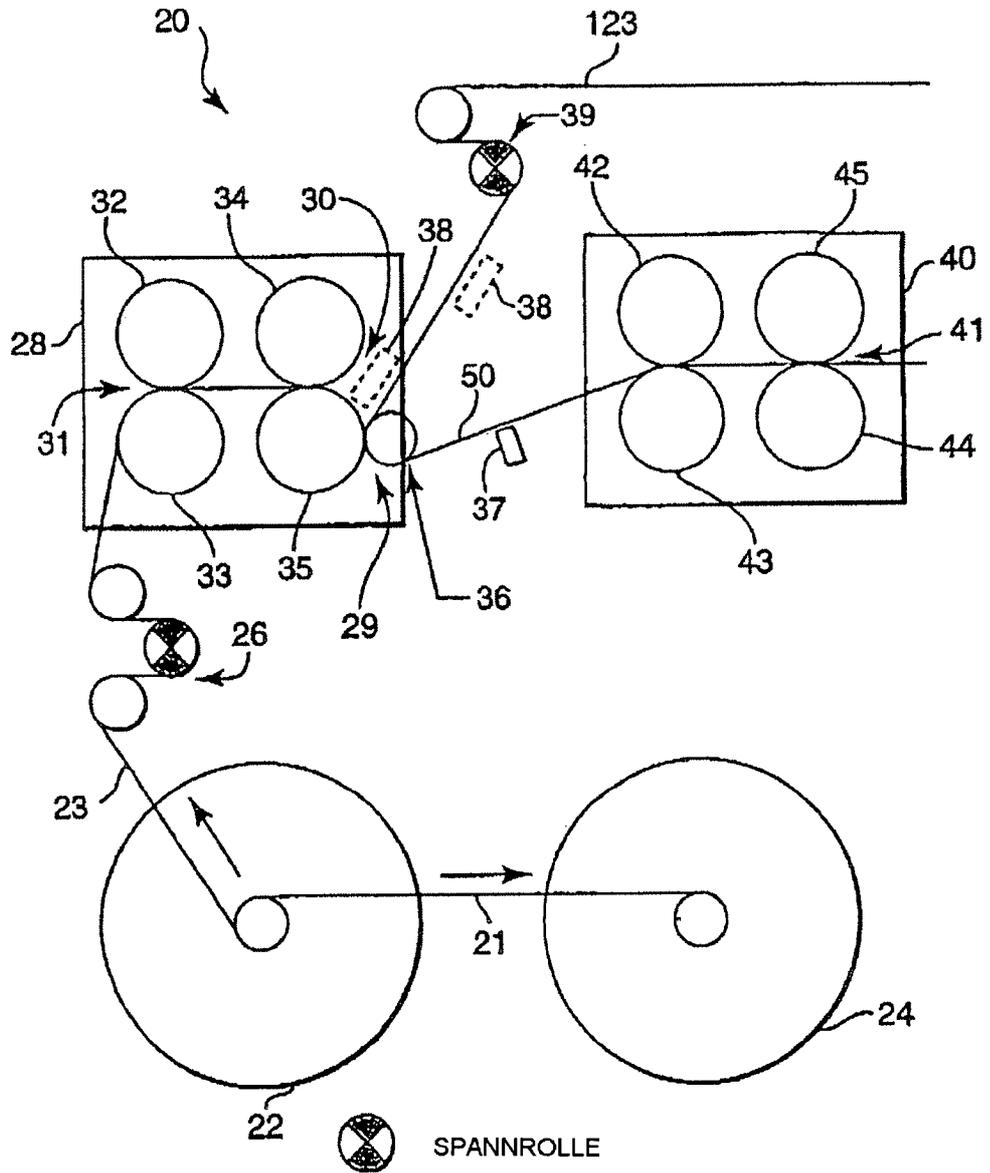


FIG. 2

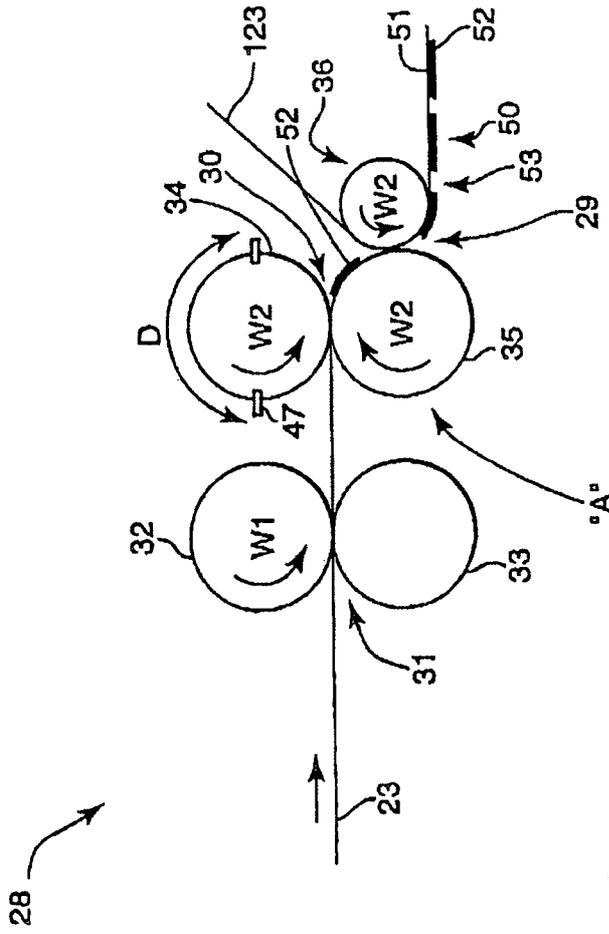


FIG. 3A

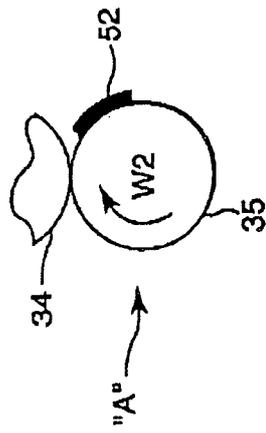


FIG. 3B

Zufuhr	Schneiden	Lam
W1	W2	W2
W1	W1	W1
W1	W1	W2
W1	W2	W3

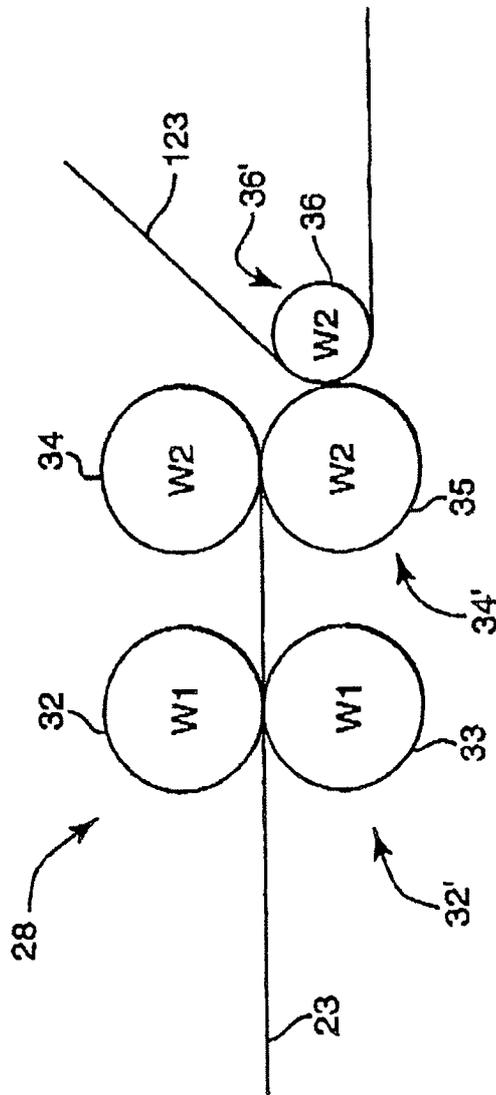
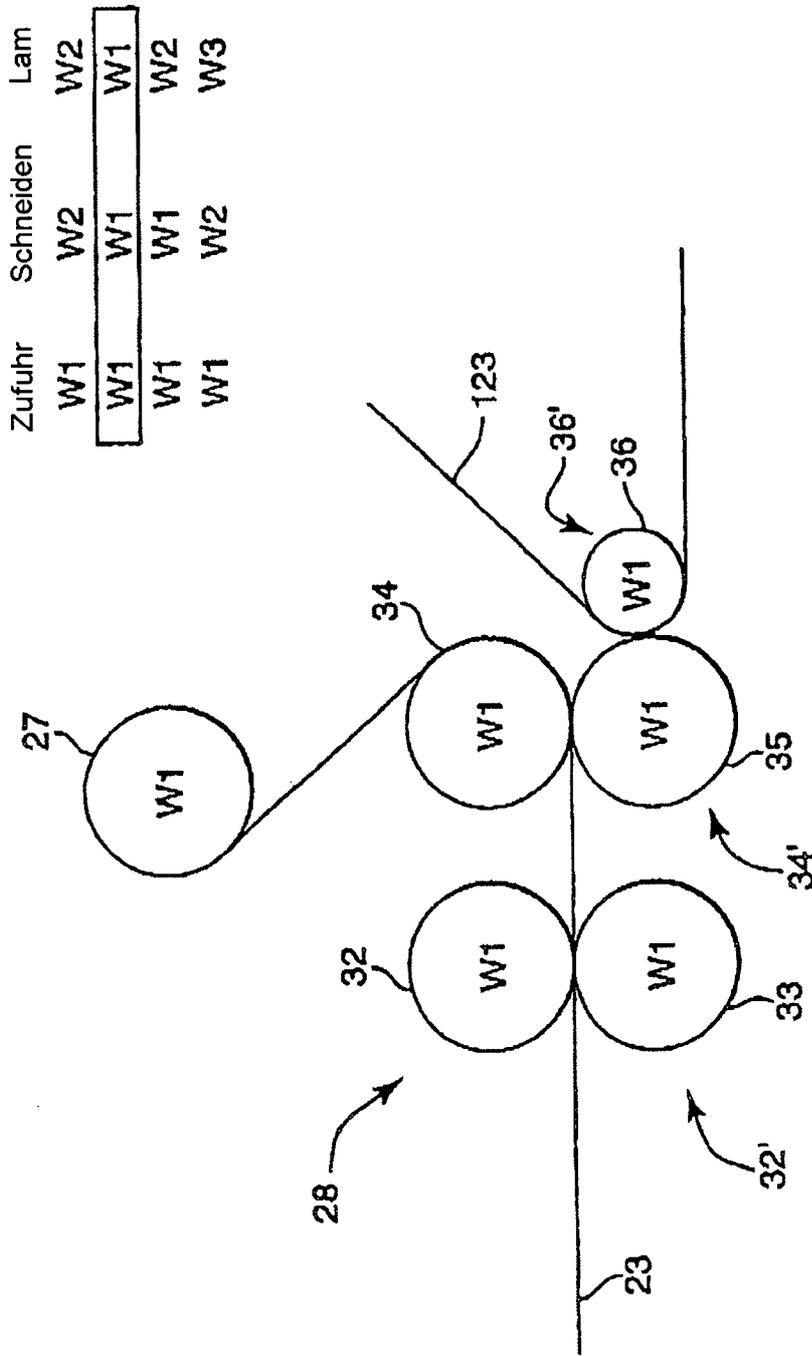


FIG. 3C



Zufuhr	Schneiden	Lam
W1	W2	W2
W1	W1	W1
W1	W1	W2
W1	W2	W3

FIG. 3D

Zufuhr	Schneiden	Lam
W1	W2	W2
W1	W1	W1
W1	W1	W2
W1	W2	W3

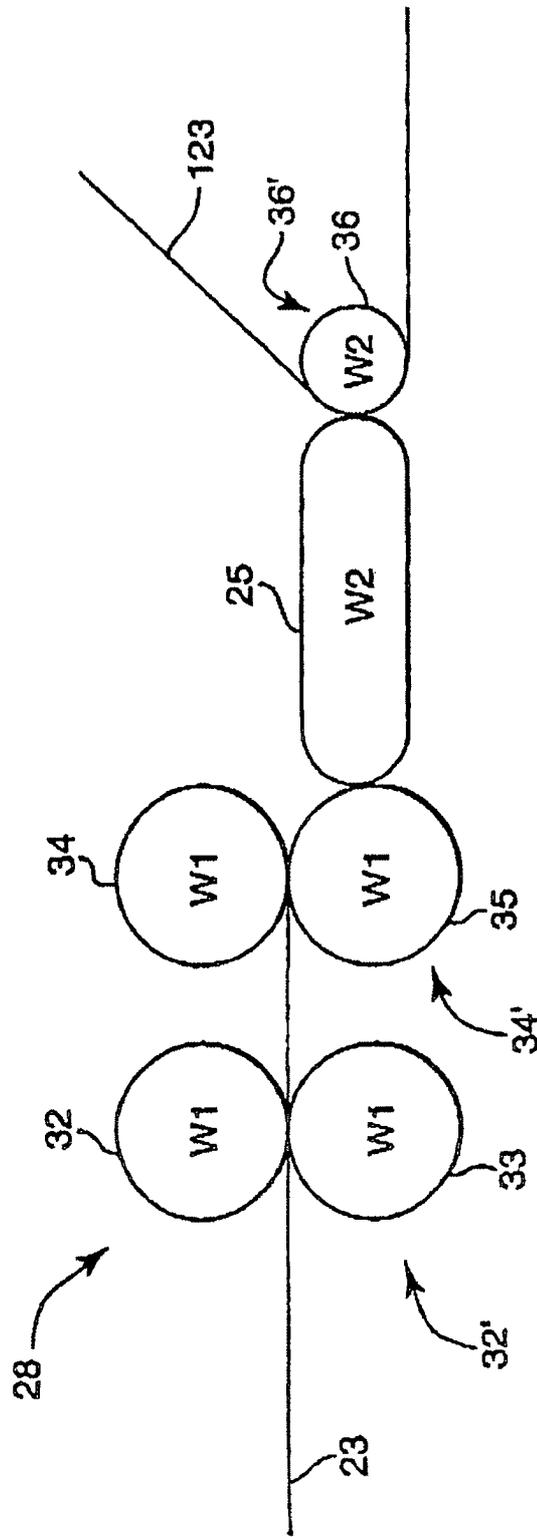


FIG. 3E

Zufuhr	Schneiden	Lam
W1	W2	W2
W1	W1	W1
W1	W1	W2
W1	W2	W3

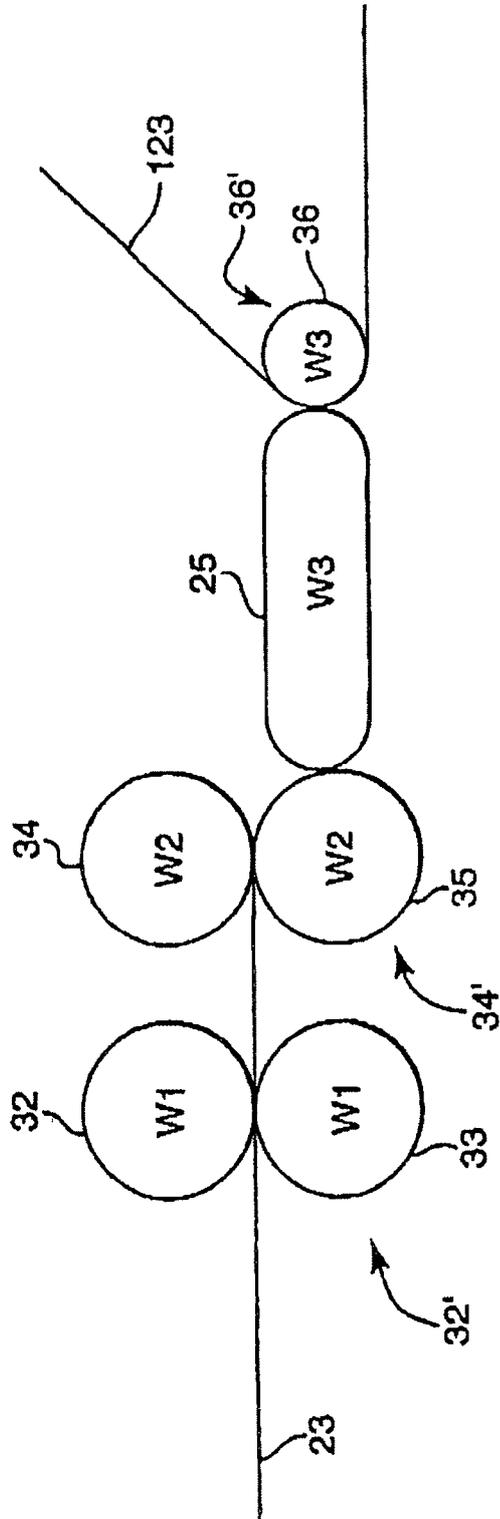


FIG. 3F

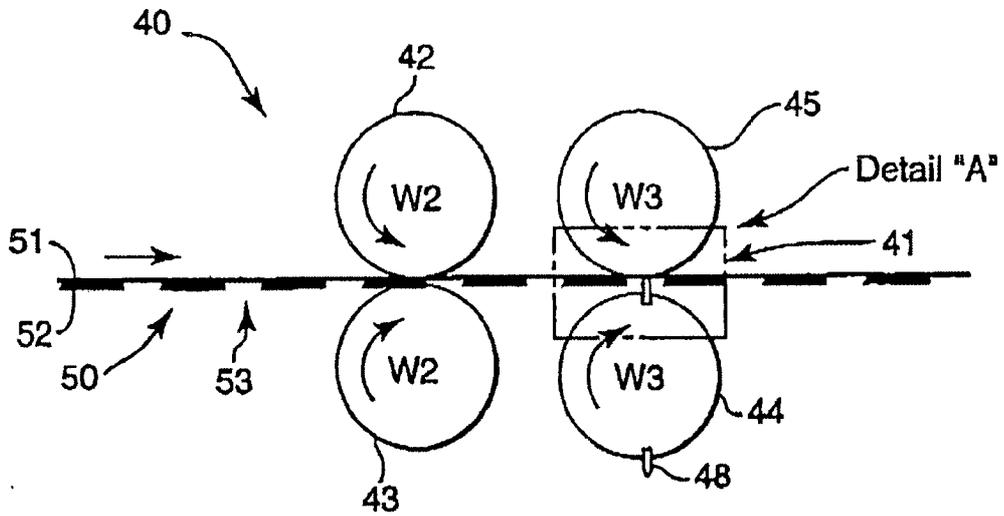


FIG. 4

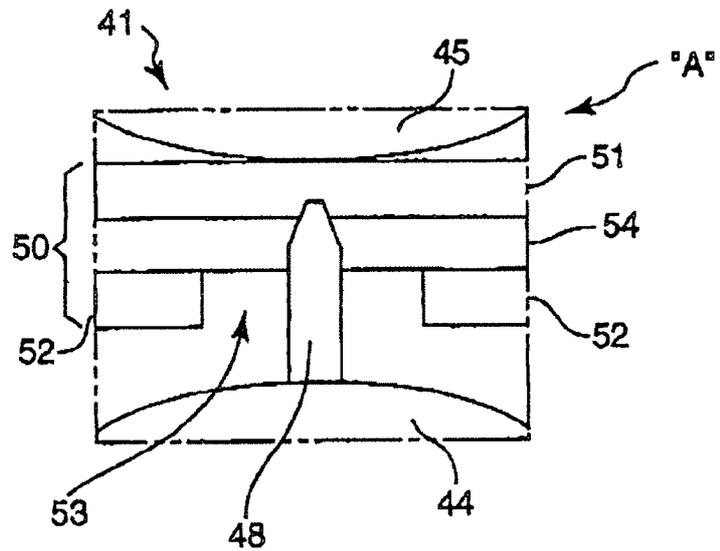


FIG. 5

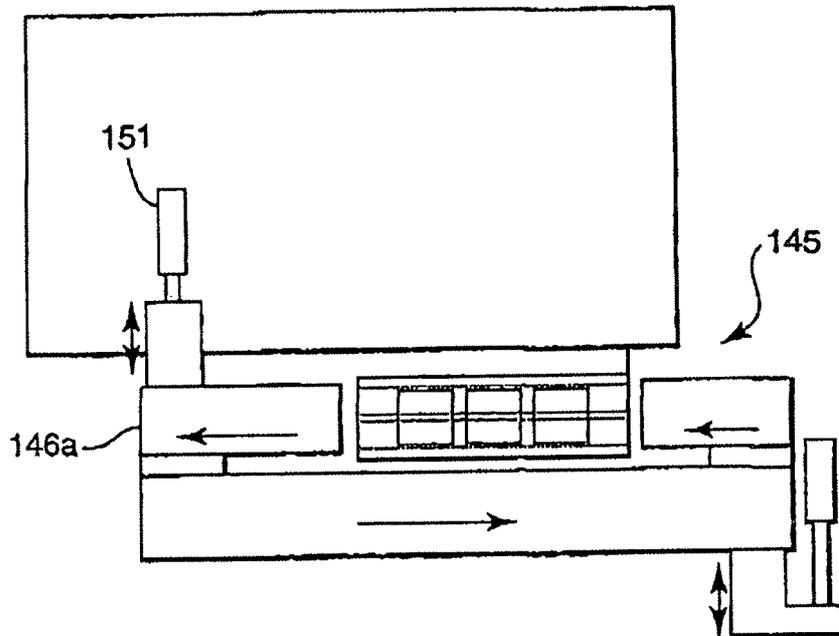


FIG. 7A

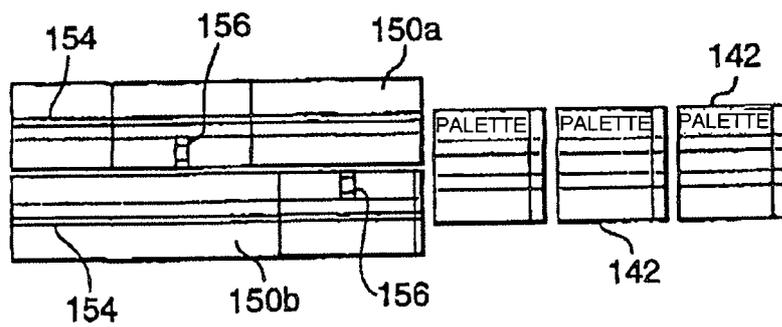


FIG. 7B

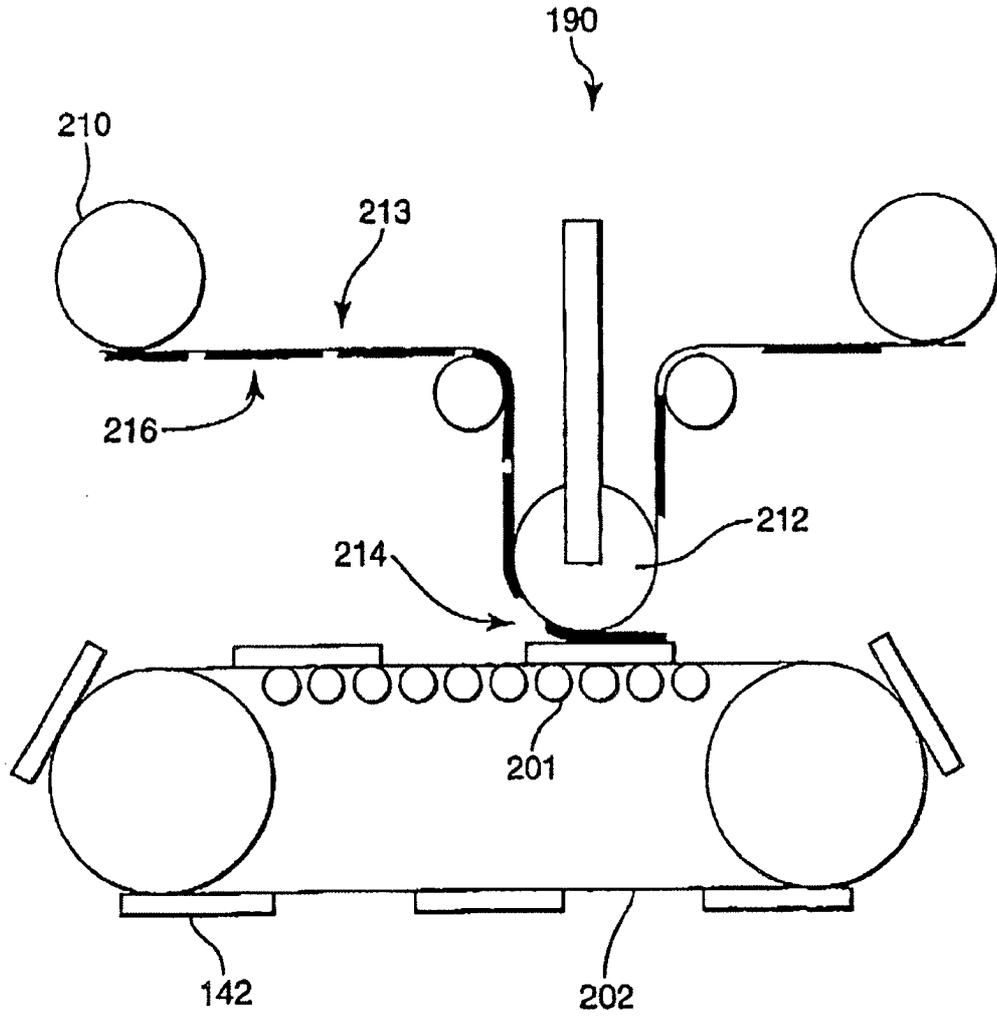


FIG. 8

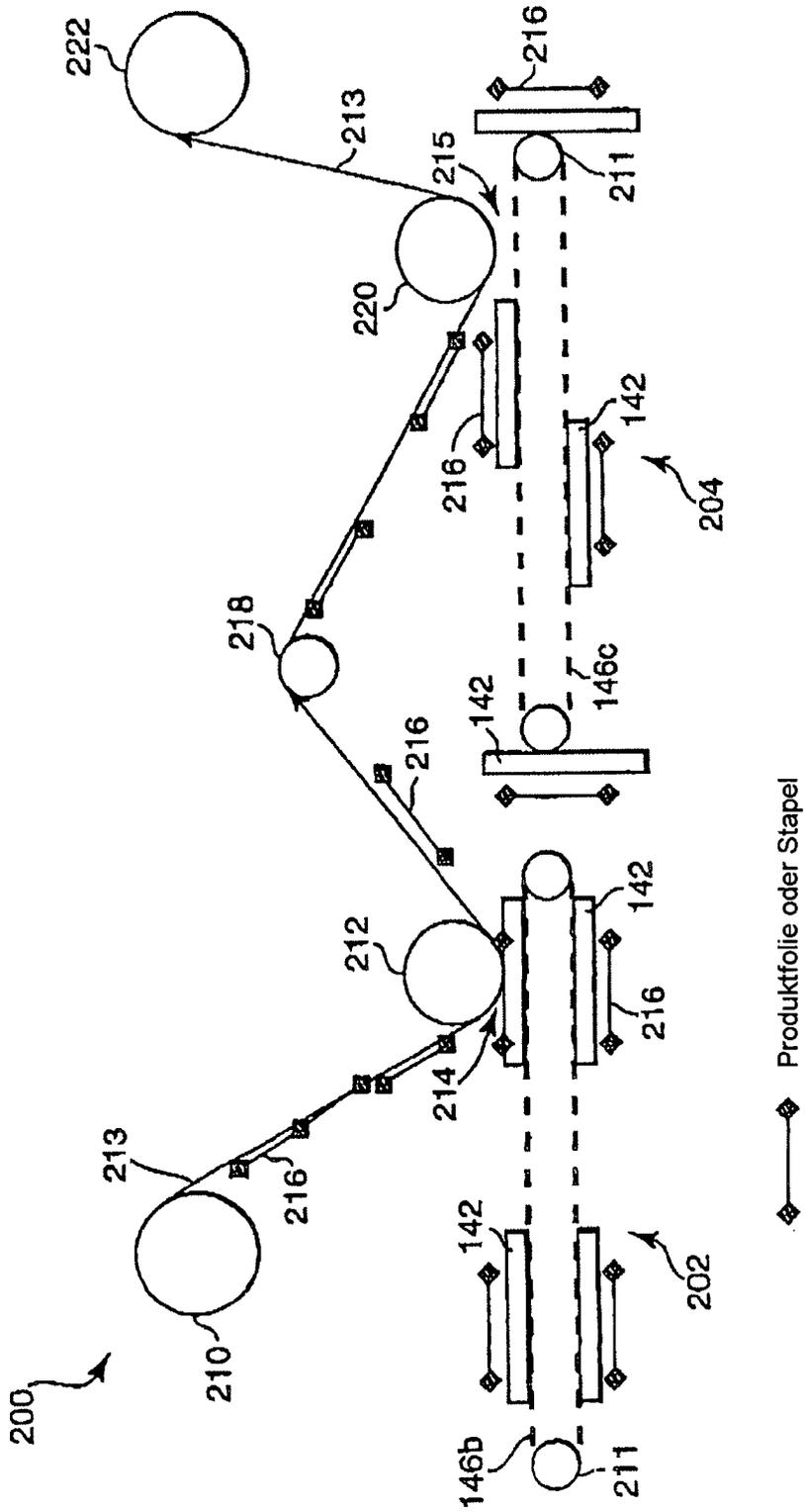


FIG.9

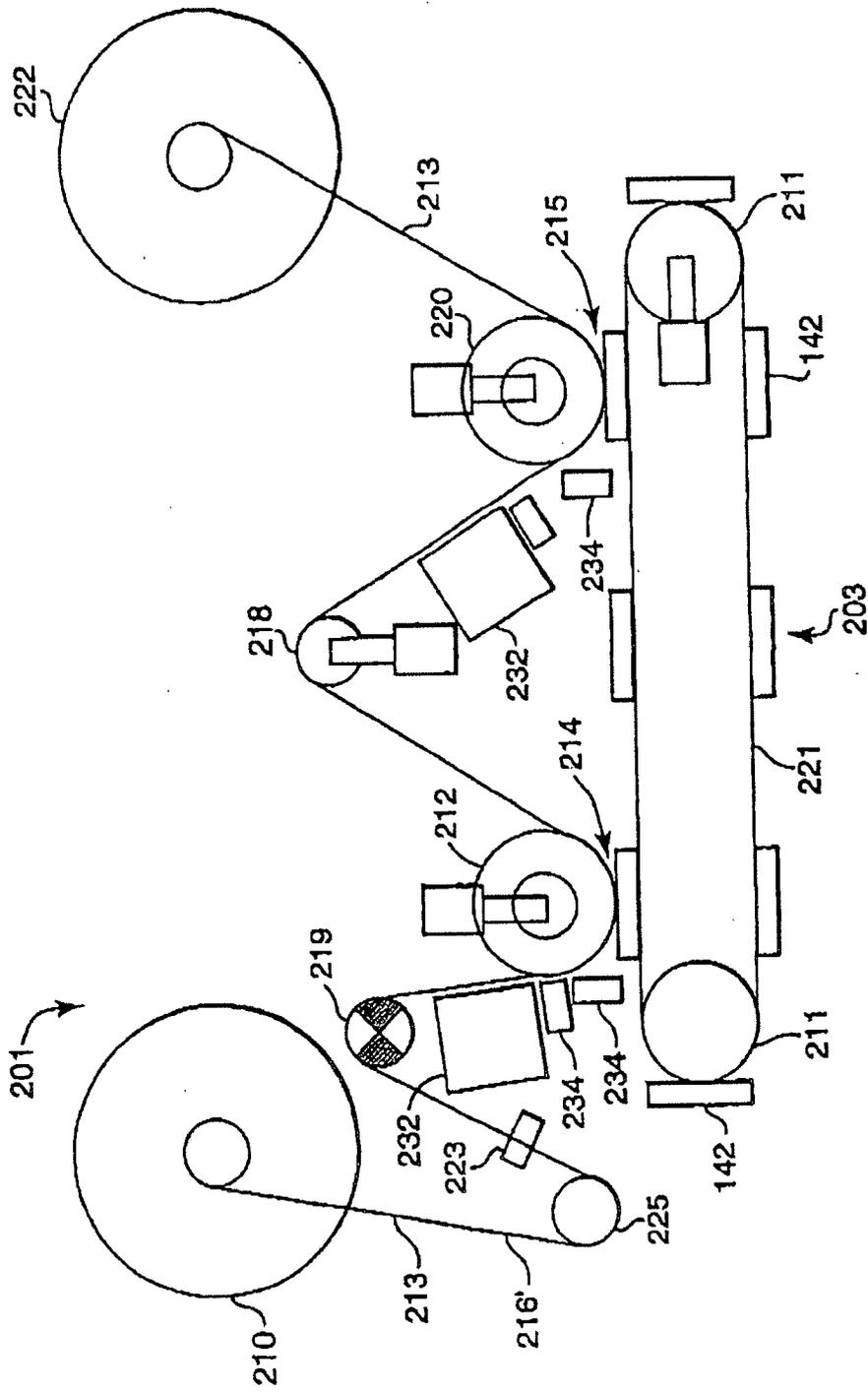


FIG. 10

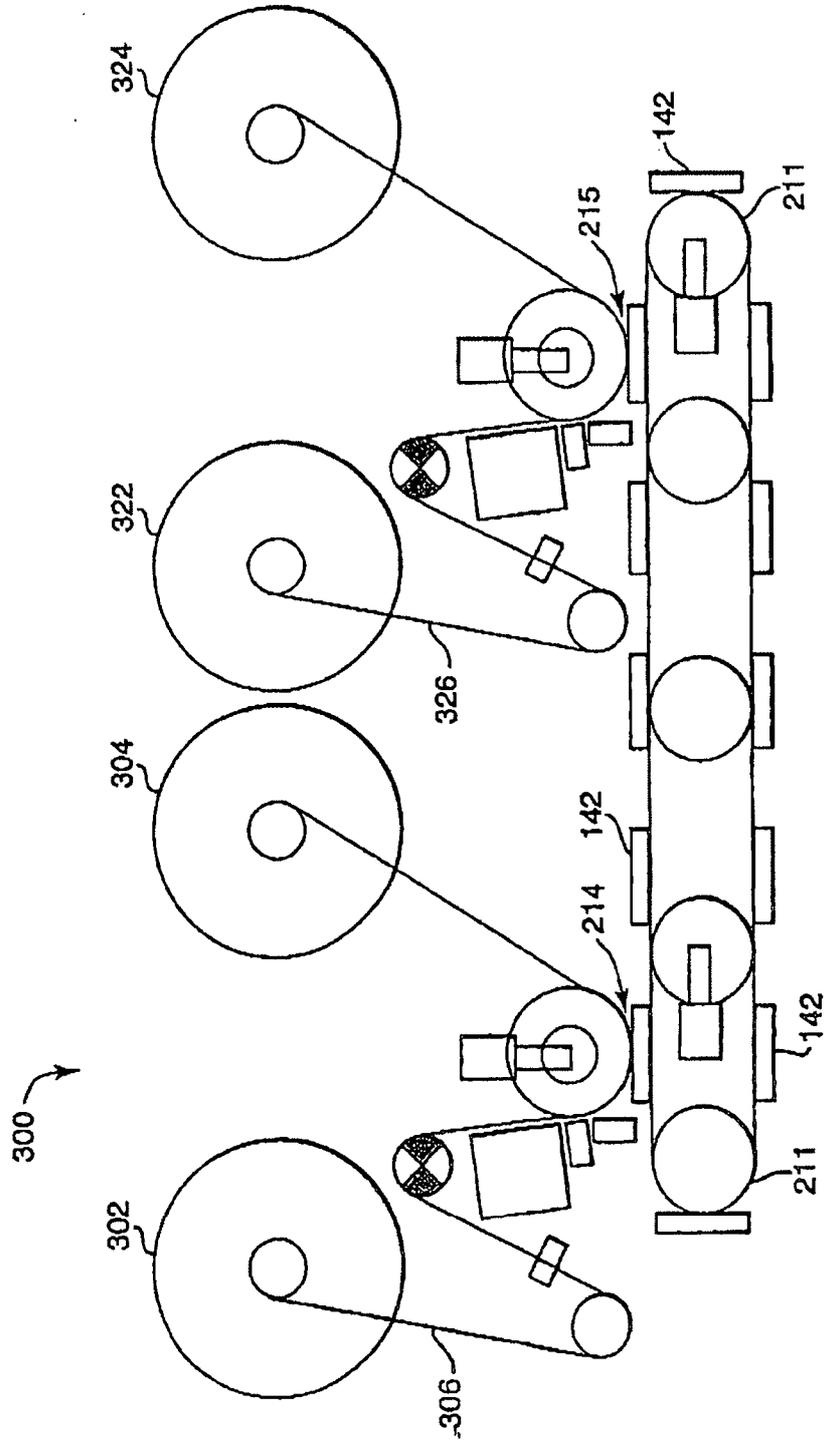


FIG. 11

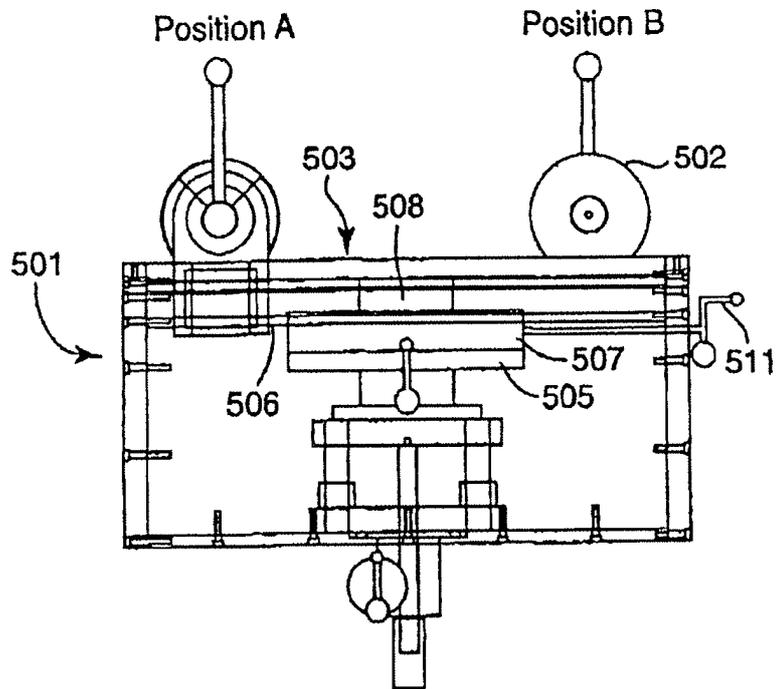


FIG. 12A

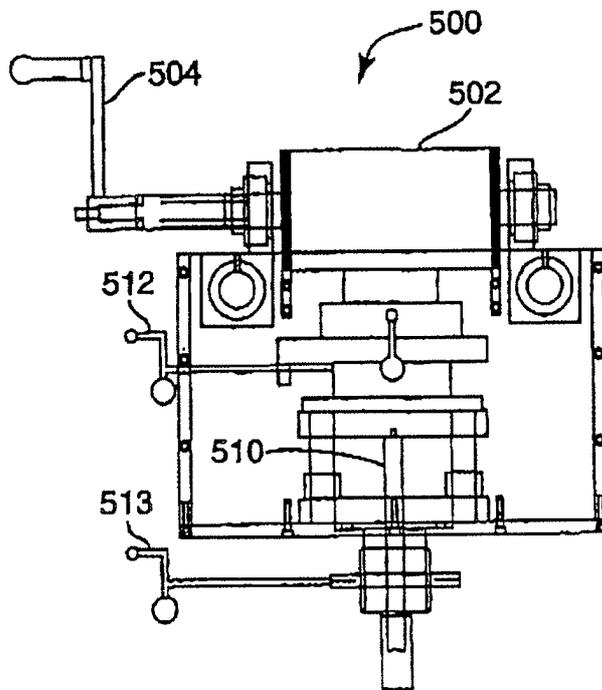


FIG. 12B

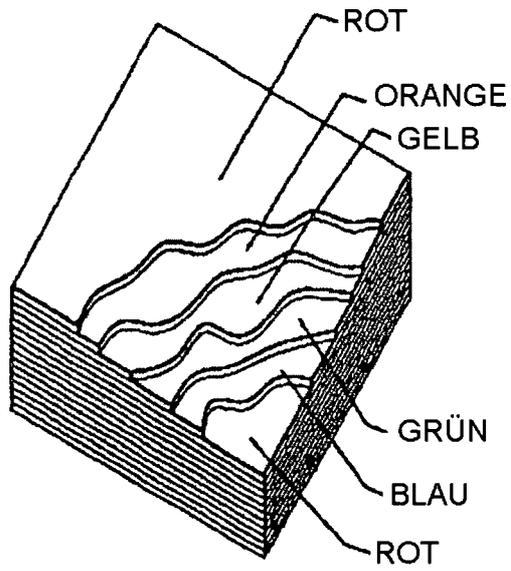


FIG. 13

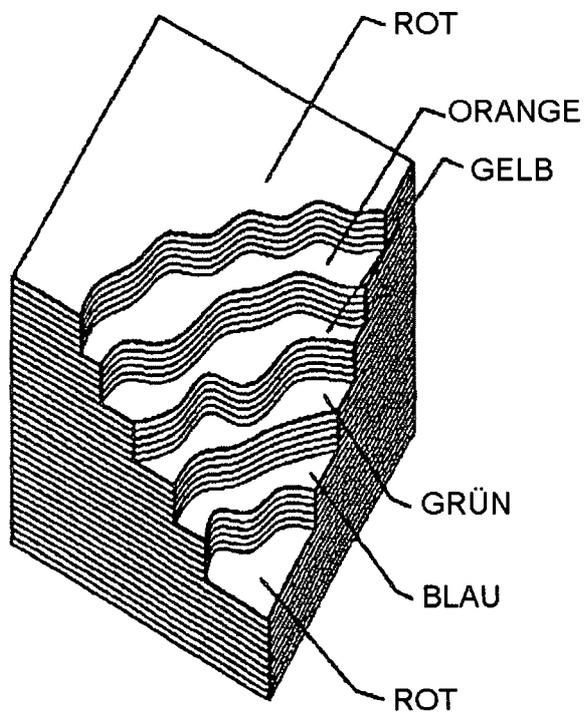


FIG. 14

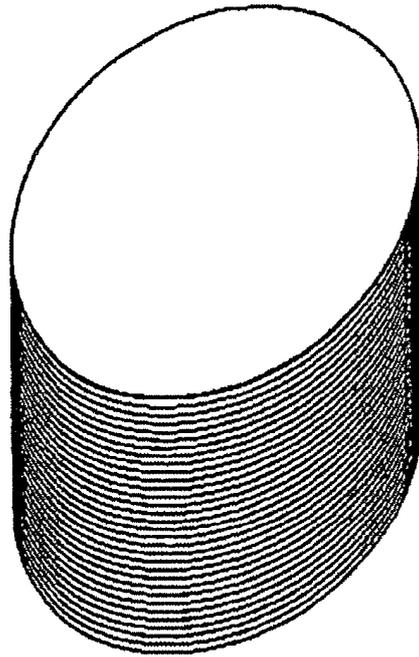


FIG. 15

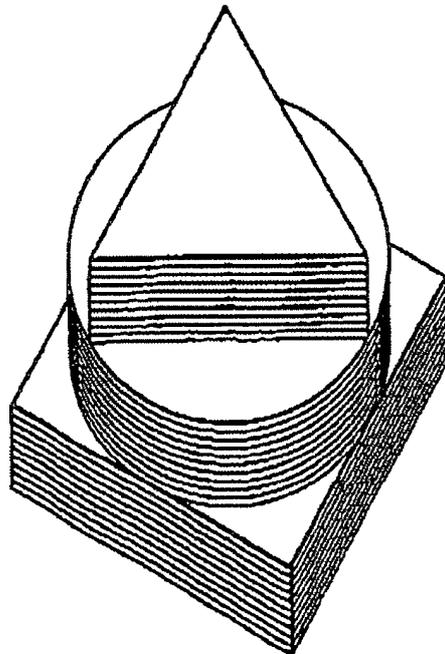


FIG. 16

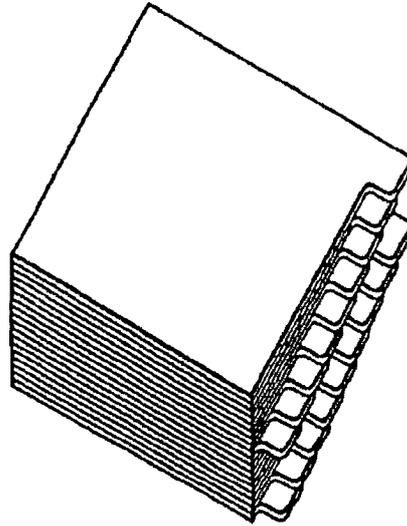


FIG. 17

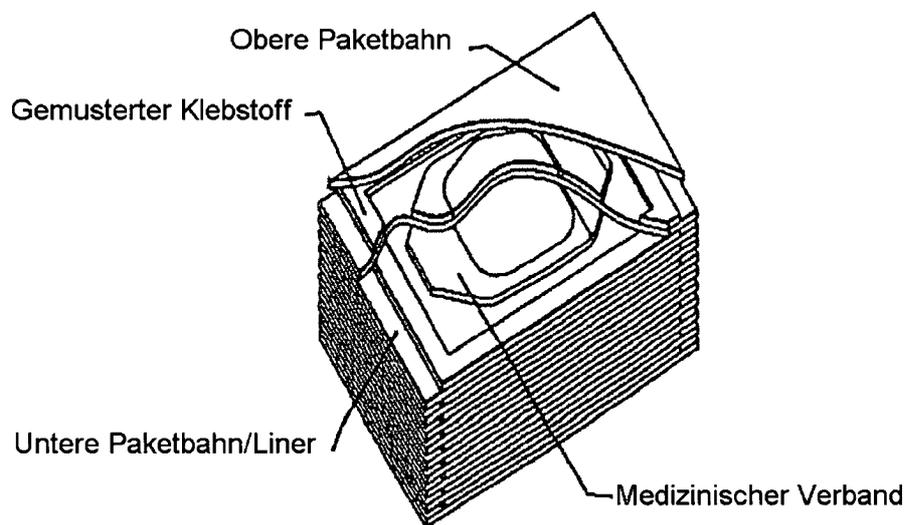


FIG. 18