



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 03 257 T2** 2005.08.25

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 348 239 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 03 257.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/00390**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 708 972.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/054513**

(86) PCT-Anmeldetag: **04.01.2002**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **11.07.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.10.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **16.03.2005**

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

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H01M 4/82**

**H01M 4/73, H01M 4/74, H01M 4/68**

(30) Unionspriorität:

**755337                      05.01.2001                      US**

(73) Patentinhaber:

**Johnson Controls Technology Company, Holland,  
Mich., US**

(74) Vertreter:

**Kutzenberger & Wolff, 50668 Köln**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**CHEN, Yu-Lin, Menomonee Falls, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON EINEM MIT LEGIERUNG BESCHICHTETEN BATTERIE-GITTER**

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**

## ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

## 1. Erfindungsgebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft die Modifikation von Batteriegittern der in Bleisäureakkumulatoren verwendeten Art und insbesondere eine Modifikation des Oberflächenfinish der Batteriegitter eines Bleisäureakkumulators, um die Haftung der Paste und Lebensdauer der Batterie zu verbessern.

## 2. Beschreibung des verwandten Stands der Technik

**[0002]** Bleisäureakkumulatoren umfassen in der Regel mehrere Zellelemente, die in separaten Fächern eines Behälters verkapselt sind, der einen Schwefelsäureelektrolyten enthält. Jedes Zellelement enthält mindestens eine positive Platte, mindestens eine negative Platte und einen zwischen jeder positiven und negativen Platte positionierten Separator. Die positiven und negativen Platten umfassen jeweils ein Blei- oder Bleilegierungsgitter, das ein elektrochemisch aktives Material trägt. Das aktive Material ist ein Material auf Bleibasis (d. h.  $\text{PbO}$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{Pb}$  oder  $\text{PbSO}_4$  bei verschiedenen Ladungs-/Entladungszuständen der Batterie), das auf das Gitter gestrichen wird. Die Gitter liefern einen elektrischen Kontakt zwischen den positiven und negativen aktiven Materialien, der zum Leiten von Strom dient.

**[0003]** In den letzten Jahrzehnten haben sich die Technologien und Materialien bei der Herstellung von Bleisäurebatterien dramatisch verbessert. Eine frühe Revolution war der Einsatz von Batteriegittermaterialien, die eine „wartungsfreie“ Batterie produzieren. Weil reines Blei für den zum Bilden von Batteriegittern verwendeten Herstellungsprozeß zu weich ist, wurden über die Jahre hinweg verschiedene legierende Elemente zugesetzt, um Batteriegitter mit ausreichender Stärke herzustellen, die den Batterieherstellungsprozessen standhalten können. Beispielsweise wurde Antimon zugesetzt, da sich herausstellte, daß Blei-Antimon-Legierungen sich durch Schwerkraftgußtechniken mit annehmbaren kommerziellen Geschwindigkeiten zu Batteriegittern formen lassen. Es wurde jedoch entdeckt, daß es aufgrund von Gasbildung zu einem Wasserverlust kommt, wenn eine Blei-Antimon-Legierung in Batteriegittern verwendet wird. Batterien mit Blei-Antimon-Gittern erforderten deshalb periodische Wartung, d. h. den Zusatz von Wasser zu der Batterie. Um die Gasentwicklungsgeschwindigkeit von Batterien zu senken, wurden Blei-Calcium-Batteriegitter entwickelt. Batterien mit Blei-Calcium-Legierungsgittern weisen niedrige Gasbildungsgeschwindigkeiten auf und erfordern deshalb nicht den Zusatz von Wasser. Infolge dessen hat die Verwendung von Blei-Calcium-Legierungs-Batte-

riegittern zu der Einführung von „wartungsfreien“ Batterien geführt.

**[0004]** Eine weitere signifikante Revolution bei der Herstellung von Bleisäurebatterien war die Herstellung von Batterieplatten in einem kontinuierlichen Prozeß anstelle der traditionellen Verfahren, bei denen Batteriegitter unter Verwendung einer herkömmlichen Schwerkraftguß-Buchformoperation hergestellt und die gegossenen Gitter später in einem getrennten Schritt mit Paste versehen werden. Bei einem typischen kontinuierlichen Batterieplattenherstellungsverfahren wird ein Bleilegierungsstreifen entweder durch Gießen (nämlich ein gegossener Streifen) oder durch Gießen und Walzen (nämlich ein geschmiedeter Streifen) hergestellt, und der Streifen wird danach expandiert oder gestanzt, um das gewünschte Gittermuster in einem Streifen von miteinander verbundenen Batteriegittern zu erzeugen. In der Regel werden bei kontinuierlichen Gitterherstellungsprozessen Bleilegierungen mit einer relativ hohen Calciumkonzentration verwendet, da höhere Calciumkonzentrationen im allgemeinen die Härte der Batteriegitter erhöhen, was für die Stanz- und Expansionsprozesse von Vorteil ist. Eine zuvor hergestellte Batteriepaste aus aktivem Material (die hergestellt werden kann durch Mischen von Bleioxid, Schwefelsäure, Wasser und wahlweise trockenen Additiven wie etwa Fasern und Blähmitteln) wird dann auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern aufgetragen, und der Streifen wird zu einzelnen Batterieplatten zerlegt. Die Hauptvorteile der kontinuierlichen Batterieplattenherstellung sind die Produktionsgeschwindigkeit, die Abmessungssteuerung, dünnere Platten, eine niedrigere Stegrate [strap rate] und geringere Herstellungskosten. Die mit Paste versehenen Platten werden in der Regel als nächstes bei höherer Temperatur und Feuchtigkeit über mehrere Stunden gehärtet, um gegebenenfalls vorhandenes freies Blei zu oxidieren und die Kristallstruktur der Platte zu justieren. Nach dem Härten werden die Platten zu Batterien zusammengesetzt und durch das Hindurchschicken von Strom elektrochemisch geformt, um das Bleisulfat oder das/die Basisbleisulfate in Bleidioxid (positive Platten) oder Blei (negative Platten) umzuwandeln. Dies wird als der „Formierungsprozeß“ bezeichnet.

**[0005]** Es ist wohlbekannt, daß Bleisäurebatterien bei Gebrauch schließlich über eine oder mehrere von mehreren Ausfallmodi ausfallen. Zu diesen Ausfallmodi ist der Ausfall aufgrund von Korrosion der Gitteroberfläche. Durch elektrochemische Wirkung wird die Gitteroberfläche korrodiert und die Haftung zwischen dem aktiven Material und dem Gitter reduziert. In den meisten Fällen fällt die Batterie aus, wenn die Gitter aufgrund der Trennung des aktiven Materials vom Gitter nicht länger in der Lage sind, für eine adäquate strukturelle Unterstützung oder einen adäquaten Stromfluß zu sorgen. Es wurde bestimmt, daß nega-

tive Bleisäurebatterieplatten, die über einen kontinuierlichen Plattenherstellungsprozeß wie oben beschrieben hergestellt wurden, bei der (zyklischen) Lebensdauer eine Leistung aufweisen, die mindestens so gut ist wie bei negativen Platten, die aus herkömmlichen Schwerkraftguß-Buchformgittern hergestellt wurden. Positive Bleisäurebatterieplatten jedoch, die über ein kontinuierliches Plattenherstellungsverfahren hergestellt werden, weisen im Vergleich zu Schwerkraftguß-Buchformgittern über die (zyklische) Lebensdauer hinweg eine zu geringe Leistung auf, insbesondere in einer Hochtemperaturumgebung unter der Haube der heutigen kompakteren Wagen. Insbesondere hat sich durch den SAE J240B Life Cycle Test (bei 40°C und insbesondere bei 75°C) herausgestellt, daß Bleisäurebatterien mit positiven Platten, die über ein kontinuierliches Plattenherstellungsverfahren aus Blei-Calcium-Legierungen hergestellt sind, eine relativ kurze Lebensdauer aufweisen, und zwar wegen der Korrosion der Gitteroberfläche, die eine Schicht mit elektrischem Widerstand zwischen dem aktiven Material und dem Gitter bildet und anscheinend die Haftung zwischen dem aktiven Material und dem Gitter im Verlauf des Tests reduziert. Batterien mit einem Blei-Calcium-Gitter sind bei dem Hochtemperaturtest J240 (75°C) für einen frühen Ausfall besonders anfällig und im Vergleich zu ähnlichen Batterien, die mit Blei-Antimon-Gittern hergestellt sind, kurzlebig.

**[0006]** Es hat deshalb Bemühungen gegeben, die Lebensdauer einer Bleisäurebatterie mit kontinuierlich hergestellten Platten zu verbessern, insbesondere durch Erhöhen der Haftung von positiven Gittern an dem aktiven Pastenmaterial. Beispielsweise ist ein Verfahren zum Verlängern der zyklischen Lebensdauer eines Bleisäureakkumulators aus dem US-Patent Nr. 5,858,575 bekannt. Bei diesem Verfahren wird eine kontinuierliche Länge eines nicht expandierten Streifens oder eine kontinuierliche Länge eines vorexpanidierten Gitterstreifens, die jeweils aus einer Blei-Calcium-Legierung gebildet sind, mit einer Schicht aus einer Zinn-, Blei-Antimon-, Blei-Silber- oder Blei-Zinn-Legierung beschichtet, indem sie heiß in eine Schmelze der Legierung getaucht werden. Die Schicht aus Metall auf der Oberfläche des Gitters fördert die bessere Haftung der Paste aus aktivem Material an dem Gitter.

**[0007]** Ein weiteres ähnliches Verfahren ist in dem US-Patent Nr. 4,906,540 beschrieben, das ein Verfahren offenbart, bei dem eine Schicht aus Blei-Zinn-Antimon-Legierung auf einen aus einer Blei-Calcium-Legierung gebildeten Streifen aufgewalzt wird. Der Streifen wird dann zu einer kontinuierlichen Länge von Gittern expandiert. Es wird festgestellt, daß das aktive Batteriematerial der Oberflächenschicht der Blei-Zinn-Antimon-Legierung über einen längeren Zeitraum zurückgehalten werden kann. Die erhöhte Haftung der Paste an dem Gitter

dient dazu, die zyklische Lebensdauer der Batterie zu verbessern.

**[0008]** Noch ein weiteres ähnliches Verfahren ist in der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 10-284085 beschrieben, die ein Verfahren offenbart, in dem eine Beschichtung einer Blei-Antimon-Selen-Legierung mit einem Blei-Calcium-Zinn-Legierungsstreifen verschmolzen und der Streifen danach gestanzt und/oder expandiert wird, um Batteriegitter zu bilden. Es wird angenommen, daß die durch diesen Prozeß gebildeten Gitter die Batteriebensdauer verlängern.

**[0009]** Noch ein weiteres ähnliches Verfahren wird in US-Patent Nr. 4,761,356 beschrieben, das ein Verfahren offenbart, bei dem ein Streifen aus einer Blei-Calcium-Legierung durch Tauchen, Sprühbeschichten oder Plattieren mit einer Blei-Zinn-Legierung beschichtet wird und der beschichtete Legierungsstreifen wird danach gestanzt oder expandiert, um einen kontinuierlichen Streifen von Batteriegittern zu bilden. Durch die Verwendung eines Prozesses, bei dem der Blei-Calcium-Streifen nach der Beschichtung mit einer Blei-Zinn-Legierung gestanzt oder expandiert wird, erzeugt ein Gitter, bei dem die Blei-Calcium-Legierung an Bereichen freiliegt, wo Gittermaterial aus dem Streifen gestanzt wird. Es wird berichtet, daß die Legierungsbeschichtung die Regeneration nach einer zu großen Entladung verbessert.

**[0010]** Die Formierungseffizienz von Bleisäurebatterien hängt auch stark von der positiven Platte ab, insbesondere dem Ausmaß der Umwandlung von Bleimonoxid ( $\text{PbO}$ ) zu Bleidioxid ( $\text{PbO}_2$ ) in dem aktiven positiven Material. Das für die Formierung erforderliche hohe elektrische Potential scheint zu der Transformation von nichtleitenden Pastenmaterialien in  $\text{PbO}_2$  in Beziehung zu stehen. Eine niedrige Formierungseffizienz von positiven Platten erfordert eine hohe Formierungsladung. Eine ineffiziente Ladung führt auch zu Mängeln bei den mit solchen Platten montierten resultierenden Batterien. In der Regel ist die Anfangskapazität (Leistung) der Batterie gering, wenn die Batterie nicht vollständig formiert ist, was weitere Wechsel erfordert, um spezifische Leistungswerte zu erreichen. Es ist wohlbekannt, daß die Formierungseffizienz durch Erhöhen der Haftung zwischen der Pastenmischung und dem Gitter verbessert werden kann. Die erhöhte Haftung zwischen dem Gitter und der Paste sorgt unter anderem für einen verbesserten Grenzflächenkontakt zwischen dem Gitter und der Paste, wodurch der Stromfluß zwischen dem Gitter und der Paste verbessert wird.

**[0011]** Es ist somit ersichtlich, daß die Haftung zwischen einem Batteriegitter und einem aktiven Batteriematerial unter anderem Batterie vermehrungsprozesse und Batteriebensdauer beeinflussen kann.

Dementsprechend sind verschiedene Verfahren wie jene, die oben erwähnt sind, vorgeschlagen worden, um die Haftung zwischen einem Batteriegitter und aktivem Batteriematerial zu verbessern und dadurch die Batterielebensdauer zu verbessern.

**[0012]** Aus EP-A-0 795 917 ist ein Verfahren zum mechanischen Auftragen von Bleilegierungen auf expandierte Gitter einer Bleisäurebatterie bekannt.

**[0013]** Aus JP(A) 58075772 ist ein Verfahren zum elektrolytischen Abscheiden von Blei auf der Oberfläche eines Streifens von expandierten Gittern für eine Bleisäurebatterie bekannt.

**[0014]** Aus US-A-5,989,749 ist ein gestanztes Batteriegitter für eine Bleisäurebatterie bekannt, wobei die Gitterdrähte über ihre Länge hinweg unterschiedliche Querschnitte aufweisen.

**[0015]** Aus U5-A-5,858,575 sind heißgetauchte Pb-Ca-Gitter für Bleisäurebatterien bekannt, bei denen das Gitter nach dem Expandieren beschichtet wird und die Beschichtung alle exponierten Oberflächen des Gitters bedeckt.

**[0016]** Aus EP-A-0 348 702 ist ein Verfahren zum Beschichten von Elektrodengittern für eine Batterie bekannt. Die Gitter werden in ein geschmolzenes Beschichtungsmaterial getaucht, während Ultraschallenergie auf die Schmelze einwirkt.

**[0017]** Allerdings weisen alle der oben erwähnten Verfahren bestimmte Nachteile auf, die ihre Fähigkeit begrenzen, beim Verbessern der Batterielebensdauer die maximale Effektivität zu erreichen. Beispielsweise bilden alle Verfahren, die in den US-Patenten Nr. 4,906,540 und 4,761,356 und der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 10-284085 beschrieben werden, ein Batteriegitter durch Aufbringen einer Legierungsbeschichtung auf einen Streifen und nachfolgendes Stanzen oder expandieren des Streifens, um Batteriegitter zu bilden. Dadurch liegt auf denjenigen Gitterdrahtoberflächen keine Legierungsbeschichtung vor, die den Öffnungen zugewandt sind, die in dem Streifen entstehen, wenn der Streifen gestanzt oder geschlitzt und expandiert wird. Die vorteilhaften Effekte der Legierungsbeschichtung auf die Pastenhaftung und die Lebensdauer sind deshalb notwendigerweise begrenzt, da nicht die ganze Oberfläche der Gitterdrähte beschichtet ist. Außerdem werden die aus dem US-Patent Nr. 5,858,575 bekannten Beschichtungsverfahren mit expandierten Metallgittern (wie in [Fig. 1](#) von US-Patent Nr. 5,858,575 gezeigt) verwendet, die im Vergleich zu gestanzten Gittern, wie etwa den im US-Patent Nr. 5,989,749 gezeigten, bekannterweise eine schlechtere Ladungs-/Entladungseffizienz aufweisen. Die reduzierte Ladungs-/Entladungseffizienz der expandierten Gitter begrenzt auch die (zyklische) Lebens-

dauer einer Batterie.

**[0018]** Es besteht deshalb weiterhin ein Bedarf auf dem Gebiet der Batterieherstellung nach noch effektiveren Verfahren zum Verbessern der Lebensdauer einer Batterie. Insbesondere besteht ein Bedarf an einem Verfahren, das die Haftung von aktivem Material an einem über einen kontinuierlichen Prozeß hergestellten Batteriegitter noch stärker erhöht.

#### KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0019]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren, wie in Anspruch 1 oder 22 oder 32 beansprucht, und ein Gitter, wie in Anspruch 39 beansprucht.

**[0020]** Der oben erwähnte Bedarf in der Technik wird durch ein Verfahren zum Formieren von Batteriegittern oder Batterieplatten zufriedengestellt, das den Schritt des Auftragens einer Bleilegierungsbeschichtung auf einem kontinuierlichen Streifen von aus einem Bleilegierungsgittermaterial ausgebildeten, miteinander verbundenen Batteriegittern beinhaltet. Jedes der miteinander verbundenen Batteriegitter enthält ein Gitternetz, das von mindestens einem Rahmenelement begrenzt wird. Das Gitternetz umfaßt mehrere beabstandete Gitterdrahtelemente, die jeweils gegenüberliegende Enden aufweisen, die mit einem von mehreren Knoten verbunden sind, wodurch in dem Gitternetz mehrere offene Räume definiert werden. Bei einer Version der Erfindung wird der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern in eine Schmelze der Bleilegierungsbeschichtung eingetaucht, um die Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern aufzutragen. Der mit einer Legierung beschichtete Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern wird danach mit Paste versehen und zu individuellen Batterieplatten oder zu individuellen Batteriegittern für das spätere Versehen mit Paste geschnitten.

**[0021]** Wahlweise wird mindestens ein Abschnitt der Gitterdrahtelemente an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements verformt (etwa durch Prägen), bevor die Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern aufgetragen wird. Dies produziert Gitterdrahtelemente, bei denen ein erster transversaler Querschnitt an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements sich von einem zweiten transversalen Querschnitt an einem der gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements unterscheidet. Der Streifen aus beschichteten, miteinander verbundenen Gittern kann auch abgeschreckt und danach gealtert werden.

**[0022]** Verschiedene Verfahren können zum Bilden des Streifens aus miteinander verbundenen Batterie-

gittern verwendet werden. Beispielsweise kann Gittermaterial aus einem kontinuierlichen Streifen aus Gittermaterial gestanzt werden, um den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern zu bilden. Alternativ kann der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern durch Schlitzen und Expandieren eines kontinuierlichen Streifens aus Gittermaterial gebildet werden. Außerdem kann der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern durch kontinuierliches Gießen einer Schmelze des Gittermaterials (z. B. auf eine rotierende Trommel) gebildet werden.

**[0023]** Es gibt mehrere Vorteile, wenn der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern nach dem Bilden des Gitternetzes beschichtet wird. Zuerst überträgt die geschmolzene Bleilegierungsbeschichtung Hitze auf die Oberfläche des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern, um dadurch die Oberfläche des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern aufzulösen (resolutionizing). Die Körner an der Oberfläche des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern erfahren eine Umkristallisierung zu größeren Körnern mit einer erhöhten Kriechfestigkeit. Zweitens wird die Legierungsbeschichtung auf allen Oberflächen des Gitternetzes aufgebracht, wodurch die Pastenhaftung an allen Gitterdrahtoberflächen verbessert wird, nicht nur den Gitterdrahtoberflächen parallel zur Längsebene des Streifens aus miteinander verbundenen Gittern. Drittens liefert die Legierungsbeschichtung eine gußähnliche Oberflächenstruktur mit größerem Flächeninhalt auf allen Oberflächen des Gitternetzes, wobei die Haftung an allen Gitterdrahtoberflächen verbessert wird, nicht nur den Gitterdrahtoberflächen parallel zur Längsebene des Streifens aus miteinander verbundenen Gittern. Außerdem reduziert der größere Flächeninhalt die Stromdichte und die Korrosionsgeschwindigkeit und erhöht die Ladefähigkeit.

**[0024]** Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht deshalb in der Bereitstellung eines Verfahrens, das die Lebensdauer einer Batterie durch Verbessern der Haftung zwischen dem aktiven Batteriematerial und dem Batteriegitter verlängert.

**[0025]** Ein weiterer Vorteil besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens, das die Formierungseffizienz einer Batterie durch Verbessern der Haftung zwischen dem Batteriepastenmaterial und dem Batteriegitter verbessert.

**[0026]** Noch ein weiterer Vorteil besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens, das die Gestalt von Drähten eines anhand eines kontinuierlichen Prozesses hergestellten Batteriegitthers modifizieren kann, so daß die Paste zur Verbesserung der Plattenfestigkeit um die Gitterdrähte herum fließen kann.

**[0027]** Noch ein weiterer Vorteil der vorliegenden

Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zum Herstellen von Batteriegittern, durch die ein Batteriehersteller den Vorteil eines preiswerten kontinuierlichen Gitterherstellungsprozesses ohne die mit einer inadäquaten Pastenhaftung verbundenen Mängel wie etwa reduzierte Formierungseffizienz und reduzierte Lebensdauer ausnutzen kann.

**[0028]** Noch ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zum Herstellen von Batterieplatten oder Batteriegittern, das ein Batteriegitter mit größerer Korngröße in der Nähe der Oberfläche des Batteriegitthers erzeugt.

**[0029]** Noch ein weiterer Vorteil des vorliegenden Verfahrens besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zum Herstellen von Batterieplatten oder Batteriegittern, das ein Batteriegitter mit vergrößertem Flächeninhalt erzeugt, wobei der Grenzflächenkontakt und die mechanische Bildung zwischen dem Gitter und der Batteriepaste erhöht wird.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0030]** Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung lassen sich bei Betrachtung der folgenden ausführlichen Beschreibung, der angehängten Ansprüche und der beiliegenden Zeichnungen besser verstehen. Es zeigen:

**[0031]** [Fig. 1](#) eine Vorderansicht eines gemäß einer Version des Verfahrens der vorliegenden Erfindung hergestellten Batteriegitthers;

**[0032]** [Fig. 2](#) einen Querschnitt eines vertikalen Gitterdrahtschnitts entlang der Linie 2-2 von [Fig. 1](#);

**[0033]** [Fig. 3](#) einen Querschnitt eines vertikalen Gitterdrahtschnitts entlang der Linie 3-3 von [Fig. 1](#);

**[0034]** [Fig. 4](#) einen Querschnitt eines vertikalen Gitterdrahtschnitts entlang der Linie 4-4 von [Fig. 1](#);

**[0035]** [Fig. 5](#) einen Querschnitt eines vertikalen Gitterdrahtschnitts entlang der Linie 5-5 von [Fig. 1](#);

**[0036]** [Fig. 6A](#) einen Querschnitt eines vertikalen Gitterdrahtschnitts entlang der Linie 6-6 von [Fig. 1](#);

**[0037]** [Fig. 6B](#) einen Querschnitt eines vertikalen Gitterdrahtschnitts ohne eine Legierungsbeschichtung entlang der Linie 6-6 in [Fig. 1](#);

**[0038]** [Fig. 6C](#) einen Querschnitt eines vertikalen Gitterdrahtschnitts mit einer teilweisen Legierungsbeschichtung entlang der Linie 6-6 von [Fig. 1](#);

**[0039]** [Fig. 7A](#) eine schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der

vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann;

[0040] [Fig. 7B](#) eine weitere schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann;

[0041] [Fig. 7C](#) eine noch weitere schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann;

[0042] [Fig. 7D](#) eine noch weitere schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann;

[0043] [Fig. 8A](#) eine weitere schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann;

[0044] [Fig. 8B](#) eine noch weitere schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann;

[0045] [Fig. 8C](#) eine noch weitere schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann;

[0046] [Fig. 8D](#) eine weitere schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann;

[0047] [Fig. 9A](#) eine noch weitere schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann;

[0048] [Fig. 9B](#) eine noch weitere schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und Herstellen eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden kann.

[0049] Es versteht sich, daß die Zeichnungen nicht notwendigerweise maßstabsgetreu sind und daß die

Ausführungsformen manchmal durch Graphiksymbole, Umrißlinien, schematische Darstellungen und Teilansichten veranschaulicht werden. In bestimmten Fällen sind Einzelheiten ausgelassen worden, die zum Verständnis der vorliegenden Erfindung nicht erforderlich sind oder die die Wahrnehmung anderer Details schwierig machen. Es versteht sich natürlich, daß die Erfindung nicht notwendigerweise auf die hier dargestellten bestimmten Ausführungsformen beschränkt ist.

[0050] Gleiche Bezugszahlen werden verwendet, um gleiche oder ähnliche Teile in der folgenden Beschreibung der Zeichnungen von Figur zu Figur zu bezeichnen.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0051] [Fig. 1](#) zeigt eine Vorderansicht eines gemäß einer Version des Verfahrens der vorliegenden Erfindung hergestellten Batteriegitters. Das Gitter ist ein gestanztes Gitter, das aus einem mit einer Bleilegierung beschichteten Bleilegierungsgittermaterial hergestellt ist, und es funktioniert auf die gleiche Weise wie andere in der Technik bekannte Batteriegitter. Es sei angemerkt, daß sich aus der vorliegenden Erfindung eine unendliche Anzahl von Gitterdesigns ergeben kann, weshalb es nicht die Absicht der folgenden Beschreibung ist, die Erfindung auf das in [Fig. 1](#) gezeigte Gitterdesign zu beschränken, die zur Veranschaulichung vorgelegt ist.

[0052] Nunmehr unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) umfaßt das Gitter **10** einen Rahmen, der ein oberes Rahmenelement **12**, ein erstes und zweites seitliches Rahmenelement **14** und **16** und ein unteres Rahmenelement **18** enthält. Das Gitter **10** enthält eine Reihe von Gitterdrähten, die offene Bereiche **20** definieren, die die nicht gezeigte elektrochemische Paste halten, die die Stromerzeugung liefert. Eine Stromsammelfahne **22** ist mit dem oberen Rahmenelement **12** einstückig und von der Mitte des oberen Rahmenelements **12** versetzt. Das obere Rahmenelement **12** enthält einen vergrößerten leitenden Abschnitt **24** direkt unter der Fahne **22** und weist zum Optimieren der Stromleitung zu der Fahne **22** die gezeigte Gestalt auf.

[0053] Eine Reihe von radial verlaufenden vertikalen Gitterdrahtelementen **26a–26o** bilden Teil des Gitters **10**. Die vertikalen Drahtelemente **26c–26n** sind mit dem oberen Rahmenelement **12** und dem unteren Rahmenelement **18** verbunden, die vertikalen Drahtelemente **26a–26b** sind mit dem oberen Rahmenelement **12** im ersten seitlichen Rahmenelement **14** verbunden, und das vertikale Drahtelement **26o** ist mit dem oberen Rahmenelement **12** und dem seitlichen Rahmenelement **16** verbunden, wie gezeigt. Das vertikale Drahtelement **26i** verläuft parallel



zu den seitlichen Elementen **14** und **16**, und die übrigen vertikalen Drahtelemente **26a–26h** und **26j–26o** verlaufen radial zu einem gedachten Schnittpunkt entlang einer durch das vertikale Element **26i** verlaufenden Radiuslinie. Die vertikalen Drahtelemente **26a–26o** nähern sich bei Bewegung vom unteren Element **18** zum oberen Element **12** einander an und entfernen sich bei Bewegung zum linken Element **14** oder rechten Element **16** vom vertikalen Element **26i**.

**[0054]** Das Gitter **10** enthält außerdem mehrere horizontale oder querverlaufende Drahtelemente. Die querverlaufenden Drahtelemente enthalten einen Satz von parallelen horizontalen Drahtelementen **30**, die in einem Mittelabschnitt des Gitters **10** positioniert sind. Außerdem enthält das Gitter **10** einen ersten Satz von querverlaufenden Drahtelementen **32**, die zwischen das linke Rahmenelement **14** und das vertikale Element **26a** geschaltet sind, die parallel zueinander sind, einen zweiten Satz von querverlaufenden Drahtelementen **34**, die zwischen die vertikalen Elemente **26a** und **26b** geschaltet sind, die parallel zueinander sind, und einen dritten Satz von querverlaufenden Drahtelementen **36**, die zwischen die vertikalen Elemente **26b** und **26c** geschaltet sind, die parallel zueinander auf der linken Seite des Gitters **10** verlaufen. Außerdem enthält das Gitter **10** einen vierten Satz von querverlaufenden Drahtelementen **38**, die zwischen die vertikalen Elemente **26n** und **26o** geschaltet sind, die parallel zueinander sind, und einen fünften Satz von querverlaufenden Drahtelementen **40**, die zwischen das vertikale Element **26o** und das rechte Rahmenelement **16** geschaltet sind, die parallel zueinander auf der rechten Seite des Gitters verlaufen, wie gezeigt. Eine Reihe von kurzen Stützdrähten **42** ist wie gezeigt mit dem unteren Rahmenelement **18** verbunden.

**[0055]** Individuelle Abschnitte der vertikalen Drahtelemente **26a–26o** und der horizontalen Drahtelemente **30** oder der querverlaufenden Drahtelemente **32–40** weisen gegenüberliegende Enden **43** auf, die an mehreren Knoten **44** verbunden sind, die die offenen Bereiche **20** definieren, die die elektrochemische Paste zur Leitung tragen.

**[0056]** Die in den [Fig. 2–Fig. 6A](#) gezeigten Gitterdrahtquerschnitte veranschaulichen verschiedene Versionen eines über eine unten beschriebene Version des Verfahrens der Erfindung gebildeten Gitterdrahtabschnitts. Bei dem Batteriegitter kann jeder Gitterdrahtabschnitt eine andere Querschnittskonfiguration aufweisen, oder jeder Gitterdrahtabschnitt kann die gleiche Querschnittskonfiguration aufweisen. Es wird jedoch bevorzugt, daß jeder Gitterdrahtabschnitt die gleiche Querschnittskonfiguration aufweist. Es ist außerdem wichtig anzumerken, daß in [Fig. 2–Fig. 6A](#) zwar über Querschnittsansichten von vertikalen Gitterdrähten bestimmte Merkmale der Erfindung veranschaulicht worden sind, die gleichen

Querschnittsansichten aber auch gelten könnten, wenn man einen Querschnitt von horizontalen Gitterdrähten nimmt. Mit anderen Worten können die ähnlichen Verformungsverfahren wie in den [Fig. 2–Fig. 6A](#) veranschaulicht auch auf die horizontalen Drahtelemente angewendet werden. Je nach den Notwendigkeiten kann ein Gitter nur an den vertikalen Drahtelementen oder sowohl an den vertikalen als auch horizontalen Drahtelementen oder an keinem der Drahtelemente verformt werden.

**[0057]** [Fig. 2](#) zeigt einen Querschnitt eines Abschnitts eines vertikalen Drahtelements **26h** an einer Position zwischen gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtabschnitts. Es ist zu erkennen, daß der Querschnitt des Gitterdrahts an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden dieses Gitterdrahtabschnitts eine Gitterdrahtbasis **90a** enthält, die im wesentlichen ein Achteck ist, und eine Legierungsbeschichtung **92a**. Ebenfalls im Umriß ist bei **93** die Grenzfläche zwischen der Gitterdrahtbasis **90** und der Legierungsbeschichtung **92** unter den gegenüberliegenden flachen planaren (flat planar) Oberflächen **33** des Gitters gezeigt. Der Fachmann versteht, daß der Batteriegitterdrahtabschnitt oder -knoten keine perfekte geometrische Konfiguration aufweist und daß das Abrunden von Rändern und Ecken eines Gitterdrahtabschnitts, einer Basis, einer Beschichtungsfläche oder eines Knotens oftmals das Ergebnis eines Herstellungsvorgangs ist. Aus diesem Grund ist der Beschreibung von Querschnittsgestalten in dieser Spezifikation das Wort „im wesentlichen“ vorausgestellt, um anzuzeigen, daß die Querschnittsgestalt etwas von einer perfekten geometrischen Form abweichen kann.

**[0058]** [Fig. 3](#) zeigt einen Querschnitt eines Abschnitts eines vertikalen Drahtelements **26i** an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtabschnitts. Es ist zu erkennen, daß an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden dieses Gitterdrahtabschnitts der Querschnitt des Gitterdrahts eine Gitterdrahtbasis **90b** aufweist, die relativ zum Knoten um 45 Grad gedreht worden ist und einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweist. Der Querschnitt des Gitterdrahts zeigt auch eine Legierungsbeschichtung **92b**. Im Umriß ist bei **93** auch die Grenzfläche zwischen der Gitterdrahtbasis **90b** und der Legierungsbeschichtung **92b** unter den gegenüberliegenden flachen planaren Oberflächen **33** des Gitters gezeigt.

**[0059]** [Fig. 4](#) zeigt einen Querschnitt eines Abschnitts eines vertikalen Drahtelements **26j** bei einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtabschnitts. Es ist zu erkennen, daß an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden dieses Gitterdrahtabschnitts der Querschnitt des Gitterdrahts eine Gitterdrahtbasis **90c** enthält, die im wesentlichen ein Sechseck ist, und eine Legierungs-

beschichtung **92c**. Die Gitterdrahtbasis **90c** weist gegenüberliegende Oberflächen auf, die mit der Oberfläche der benachbarten Knoten coplanar sind. Im Umriß ist bei **93** außerdem die Grenzfläche zwischen der Gitterdrahtbasis **90c** und der Legierungsbeschichtung **92c** unter den gegenüberliegenden flachen planaren Oberflächen **33** des Gitters gezeigt.

[0060] **Fig. 5** zeigt einen Querschnitt eines Abschnitts eines vertikalen Drahtelements **26k** bei einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtabschnitts. Es ist zu erkennen, daß an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden dieses Gitterdrahtabschnitts der Querschnitt des Gitterdrahts eine Gitterdrahtbasis **90d** enthält, die im wesentlichen eine Raute ist, und eine Legierungsbeschichtung **92d**. Im Umriß ist bei **93** außerdem die Grenzfläche zwischen der Gitterdrahtbasis **90d** und der Legierungsbeschichtung **92d** unter den gegenüberliegenden flachen planaren Oberflächen **33** des Gitters gezeigt.

[0061] **Fig. 6A** zeigt einen Querschnitt eines Abschnitts eines vertikalen Drahtelements **261** an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtabschnitts. Diese Figur zeigt die Konfiguration eines herkömmlichen gestanzten Batteriegitters, wobei der Querschnitt des Knotens und der Querschnitt an allen Positionen entlang des Gitterdrahtabschnitts im wesentlichen rechteckig sind und die Oberflächen des Knotens und des Gitterdrahtabschnitts (der eine Gitterdrahtbasis **90e** enthält) eine Legierungsbeschichtung **92e** enthalten. Im Umriß ist bei **93** außerdem die Grenzfläche zwischen der Gitterdrahtbasis **90e** und der Legierungsbeschichtung **92e** unter den gegenüberliegenden flachen planaren Oberflächen **33** des Gitters gezeigt.

[0062] **Fig. 6B** zeigt eine weitere Version des Querschnitts eines Abschnitts eines vertikalen Drahtelements **261** an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtabschnitts, wobei das Gitter keine Legierungsbeschichtung enthält. Es ist zu erkennen, daß der Querschnitt des Knotens und der Querschnitt an allen Positionen entlang des Gitterdrahtabschnitts im wesentlichen rechteckig sind und die Querschnittsfläche jedes Gitterdrahts sich nicht über oder unter gegenüberliegende flache planare Oberflächen **33** des Gitters erstreckt.

[0063] **Fig. 6C** zeigt noch eine weitere Version des Querschnitts eines Abschnitts eines vertikalen Drahtelements **261** an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtabschnitts. Im Querschnitt des Gitterdrahts ist eine Gitterdrahtbasis **90g** und eine Legierungsbeschichtung **92g** gezeigt. Die Legierungsbeschichtung **92g** ist auf den flachen planaren Oberflächen **33** des Gitters angeordnet; jedoch liegt keine Legierungsbeschichtung auf Oberflächen **91g** des Gitterdrahtelements vor, die trans-

versal zu den flachen planaren Oberflächen **33** verlaufen. Das Gitter von **Fig. 6C** kann durch das Verfahren der US-Patente Nr. 4,906,540 und 4,761,356 hergestellt werden.

[0064] Einen Vorteil der in den **Fig. 2–Fig. 6A** gezeigten Batteriegitterkonstruktion kann man am besten unter Bezugnahme auf die **Fig. 6A** und **Fig. 6B** verstehen. **Fig. 6A** zeigt die Konfiguration eines herkömmlichen gestanzten Batteriegitters, das nach dem Stanzen mit einer Legierungsbeschichtung **92e** beschichtet worden ist. Der Querschnitt des Knotens und der Querschnitt an allen Positionen entlang des Gitterdrahtabschnitts, der die Gitterdrahtbasis **90e** umfaßt, sind im wesentlichen rechteckig. Die Oberfläche der Legierungsbeschichtung **92e** ist jedoch an den Gebieten in der Nähe der vier Ecken der Gitterdrahtbasis **90e** geringfügig gerundet. Wenn Batteriepaste auf ein Gitter wie in **Fig. 6A** aufgebracht wird, gestatten die geringfügig gerundeten Gitterdrähte, daß die Paste um den Draht fließt. Die rauen Oberflächen der Drähte sorgen für ein mechanisches Aufpfropfen und Verriegeln (graft and interlock) von Pastenteilchen. Deshalb ist der Kontakt zwischen dem Gitter und der Batteriepaste gut und die Platte stark. **Fig. 6B** zeigt die Konfiguration eines herkömmlichen gestanzten Batteriegitters, bei dem der Querschnitt des Knotens und der Querschnitt an allen Positionen entlang des Gitterdrahtabschnitts **90f** im wesentlichen rechteckig sind. Wenn Batteriepaste auf ein Gitter wie in **Fig. 6B** aufgebracht wird, ist es viel schwieriger, einen guten Kontakt zwischen der Batteriepaste und der Oberfläche des Drahts herzustellen, der sich in eine Richtung senkrecht zu der Richtung bewegt, in der die Paste aufgebracht wird, weil der Fluß der Paste sich in einem 90-Grad-Schritt ändern muß. Dies ist analog zu der Situation, wenn Wasser eine 90-Grad-Klippe herunterfließt und die Oberfläche direkt unter der Kante der Klippe von dem fallenden Wasser nicht kontaktiert wird. Bei einer anderen Gitterdrahtorientierung als 90 Grad ist die Änderung des Pastenflusses allmählich und stetig und liefert deshalb eine bessere Pastenbedeckung. Wenn die Batteriepaste gehärtet und getrocknet wird, schrumpft sie und erzeugt eine Zugkraft an der Grenzfläche Paste/Gitter. Die Zugkraft an der Grenzfläche Paste/Gitterdraht ist ein Maximum, wenn die Drahtoberfläche senkrecht zur Gitteroberfläche verläuft, und ein Minimum, wenn die Drahtoberfläche parallel zu der Gitteroberfläche verläuft. Dadurch entsteht ein Spalt zwischen dem Gitterdraht und der Paste an der Stelle, wo die Zugkraft das Maximum ist. Diese Art von Platte ist schwach und die Paste fällt leicht ab. Aufgrund des Kontaktmangels zwischen der Paste und dem Gitter ist eine mit dieser Art von Platte hergestellte Batterie viel schwieriger zu bilden, weist bei bestimmten Reservekapazitätstests eine schlechte Leistung auf und zeigt keine zufriedenstellende Lebensdauer.



**[0065]** Nachdem ein beispielhaftes legierungsbeschichtetes Batteriegitter gezeigt worden ist, das über eine Version der Erfindung produziert werden kann, kann eine Reihe von Vorrichtungen zum Bilden von Batteriegittern gemäß der Erfindung beschrieben werden. In [Fig. 7A](#) wird eine allgemein bei **50** angeordnete Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und zum Bilden eines Batteriegitters gemäß der Erfindung gezeigt. Die Vorrichtung **50** enthält einen erhitzten Bleitopf **61a**, der die geschmolzene Bleilegierung **62** enthält, die die Basis der Batteriegitter bildet, und eine intern gekühlte rotierende Gießtrommel **63**. Bei Betrieb kontaktiert die geschmolzene Bleilegierung **62** die gekühlte Trommeloberfläche und erstarrt unter Bildung eines massiven Bleilegierungsstreifens **65** mit im wesentlichen konstanter Breite und Dicke. Eine geeignete Bleilegungsstreifentrommelgießeinrichtung, die in der Vorrichtung **50** verwendet werden kann, wird in den US-Patenten Nr. 3,926,247 oder 5,462,109, die durch Bezugnahme hier aufgenommen sind, gezeigt und beschrieben. Der Bleilegungsstreifen **65** kann fakultativ von Walzen **64** gewalzt werden, um die Dicke und Kornstruktur des Streifens **65** zu ändern. Der kontinuierliche Streifen **65** wird dann in eine Stanzstation **71** eingeführt, in der eine Reihe von miteinander verbundenen Batteriegittern durch Stanzen von Gittermaterial aus dem kontinuierlichen Streifen **65** gebildet wird.

**[0066]** Während der Stanzvorgänge in der Stanzstation **71** wird der Streifen **65** als ein kontinuierlicher Streifen beibehalten und bevorzugt werden die miteinander verbundenen Batteriegittergestalten in einem progressiven Stanzvorgang gebildet, d. h., durch mehrere Stanzvorgänge werden zu dem Batteriegitter Merkmale hinzugefügt. Die Stanzstation **71** kann einen Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern bilden, die jeweils eine Konfiguration wie die in [Fig. 1](#) gezeigte aufweisen.

**[0067]** Nach dem Austritt des Streifens aus der Stanzstation **71** können die Batteriegitterdrahtabschnitte des Streifens wahlweise in einer Prägestation **73** bearbeitet werden. Die Prägestation **73** wird dazu verwendet, die Gitterdrähte so zu verformen oder zu prägen, daß die Gitterdrähte einen Querschnitt aufweisen, der einem der in den [Fig. 2–Fig. 5](#) gezeigten Gitterdrahtquerschnitte **90a**, **90b**, **90c** oder **90d** ähnlich ist. Beispielsweise kann die Prägestation **73** eine Preßform oder Preßformen enthalten, die den rechteckigen Querschnitt der Gitterdrähte des gestanzten Gitters zu einem achteckigen Querschnitt **90a** wie in [Fig. 2](#) gezeigt verformen. Es können auch die anderen, in [Fig. 3–Fig. 5](#) gezeigten, beispielhaften Drahtquerschnitte gebildet werden. Der Streifen aus gestanzten (und wahlweise geprägten) miteinander verbundenen Batteriegittern **74**, der aus der Stanzstation **71** (und wahlweise der Prägestation **73**) austritt, wird durch ein eine geschmolzene Bleilegie-

rung **77** enthaltendes Legierungsbeschichtungsbad **76** geschickt, um einen Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** zu bilden. Die Länge des Legierungsbeschichtungsbad **76** kann mit der Zusammensetzung der geschmolzenen Bleilegierung **77**, der Dicke der abzuscheidenden Legierung und der Geschwindigkeit, mit der sich der Streifen aus gestanzten miteinander verbundenen Batteriegittern **74** durch das Legierungsbeschichtungsbad **76** bewegt, variieren. Der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** wird dann durch ein Abschreckbad **83** geleitet, das ein Abschreckfluid **84** (bevorzugt Wasser) enthält, und wird auf eine Aufwickelrolle **85** gewickelt. Durch das Abschrecken werden die aufgelösten Körner des Streifens aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** in einem viel stabileren Zustand beibehalten. Die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** kann dann gealtert werden. Während die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** bei Raumtemperatur (d. h. 25°C) gealtert werden kann wird bevorzugt, die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** bei einer höheren Temperatur (d. h. über 25°C) zu altern. Danach kann die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** abgerollt und einer Pastierstation (paster) (wie etwa der in US-Patent Nr. 4,606,383 gezeigten und beschriebenen) zugeführt und in Batterieplatten (wie in der Technik bekannt ist) zerlegt werden, um zu einer Batterie zusammengesetzt zu werden. Alternativ kann die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** abgerollt und in individuelle Batteriegitter unterteilt werden, die danach mit einer Paste versehen werden, um Batterieplatten zu bilden.

**[0068]** In [Fig. 7B](#) wird eine allgemein bei **51** angeordnete weitere Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der Erfindung und zum Bilden eines Batteriegitters gemäß der Erfindung gezeigt. In der Vorrichtung **51** wird ein Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** unter Verwendung der Gießtrommel **63**, der Stanzstation **71**, gegebenenfalls der Prägestation **73**, des Legierungsbeschichtungsbad **76** und des Abschrecktanks **83** wie in der Vorrichtung **50** von [Fig. 7A](#) hergestellt. Bei der Vorrichtung **51** von [Fig. 7B](#) jedoch tritt der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** nach dem Austritt aus dem Abschrecktank **83** in einen Ofen **86** ein, damit der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** nach dem Abschrecken sofort gealtert wird. Nach dem Altern in dem Ofen **86** wird der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** durch eine Pastierstation **87** geführt, wo herkömmliche Batteriepaste auf den Streifen aus legie-

rungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** aufgebracht wird. Ein Streifen aus mit Paste versehenen legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79a** tritt aus der Pastierstation **87** aus und wird in einer Trennstation (parter) **88** in individuelle Batterieplatten zerlegt, bevor sie zu einer Batterie zusammengesetzt werden.

[0069] In [Fig. 7C](#) wird eine weitere, allgemein bei **52** angedeutete Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der Erfindung gezeigt. Bei der Vorrichtung **52** wird ein Bleilegierungsstreifen **65** unter Verwendung der Gießtrommel **63** wie in der Vorrichtung **50** von [Fig. 7A](#) gebildet. Der Bleilegierungsstreifen **65** wird dann in einem Expandierer **72** zu einem Streifen von miteinander verbundenen Batteriegittern **75** expandiert. Eine geeignete Vorrichtung zum Expandieren des Bleilegierungsstreifens **65** in den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **75** wird in US-Patent Nr. 4,291,443, das durch Bezugnahme hier aufgenommen ist, gezeigt und beschrieben. Nach dem Austreten des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern **75** aus dem Expandierer können die Batteriegitterdrahtabschnitte des Streifens wahlweise in einer Prägestation **73** bearbeitet werden, wie oben unter Bezugnahme auf die Vorrichtung **50** von [Fig. 7A](#) beschrieben. Der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **75** wird dann durch das Legierungsbeschichtungsbad geführt, um den Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** zu bilden, der im Abschrecktank **83** abgeschreckt und auf eine Aufwickelspule **85** gewickelt wird. Die Spule aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** kann dann erhitzt werden, um die miteinander verbundenen Batteriegitter **80** zu altern. Der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **80** kann abgewickelt und einer Pastierstation zugeführt und in Batterieplatten zerlegt werden, die zu einer Batterie zusammengebaut werden. Alternativ kann die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** abgewickelt und in individuelle Batteriegitter unterteilt werden, die danach mit einer Paste versehen werden, um Batterieplatten zu bilden.

[0070] In [Fig. 7D](#) wird eine allgemein bei **53** angedeutete weitere Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der Erfindung gezeigt. In der Vorrichtung **53** wird ein Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** unter Verwendung der Gießtrommel **63**, des Expandierers **72**, der Prägestation **73**, des Legierungsbeschichtungsbaus **76** und des Abschrecktanks **83** wie in der Vorrichtung **52** von [Fig. 7C](#) hergestellt. Bei der Vorrichtung **53** von [Fig. 7D](#) jedoch tritt der Streifen von legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** nach dem Austritt aus dem Abschrecktank **83** sofort in einen Ofen **86** zum Altern des Streifens aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen

Batteriegittern **80** ein. Nach dem Altern in dem Ofen **86** wird der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** durch eine Pastierstation **87** geführt, wo herkömmliche Batteriepaste auf den Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** aufgebracht wird. Ein Streifen aus mit Paste versehenen legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80a** tritt aus der Pastierstation **87** aus und wird in einer Trennstation **88** zu individuellen Batterieplatten zerlegt, bevor sie zu einer Batterie montiert werden.

[0071] Wenngleich die Vorrichtung **52** von [Fig. 7C](#) und die Vorrichtung **53** von [Fig. 7D](#) bei Verwendung zum Ausüben der vorliegenden Erfindung geeignete Ergebnisse liefern, sind die Vorrichtung **50** von [Fig. 7A](#) und die Vorrichtung **51** von [Fig. 7B](#) besonders vorteilhaft, weil komplexe Batteriegittergestalten (wie etwa die in [Fig. 1](#) gezeigten) unter Verwendung der Stanzstation **71** und wahlweise der Prägestation **73** hergestellt werden können. Genauer gesagt produziert der in der Vorrichtung **52** von [Fig. 7C](#) und der Vorrichtung **53** von [Fig. 7D](#) verwendete Expandierer **72** eine kontinuierliche Länge von expandierten Metallgittern, die hinsichtlich Drahtmuster, Drahtgestalt und Bleiverteilung beschränkt sind. Im Gegensatz dazu stellen die Vorrichtung **50** von [Fig. 7A](#) und die Vorrichtung **51** von [Fig. 7B](#) eine kontinuierliche Länge von gestanzten Gittern mit optimierten Gitterdrahtmuster, asymmetrischen und versetzten Gitterdrahtmuster, einer verbesserten Gitterdrahtdickensteuerung (Gitterdrahtseitenverhältnissen), verbesserter Gitterdrahtgestaltsteuerung, verbesserter Bleiverteilung in dem Gitter (prozentuale Bleiverteilung im Gitter von oben nach unten) und Kornsteuerung her. Infolge dessen ist die Korrosionsleistung aufgrund der relativen beanspruchungsfreien Kornstruktur und der geringen Porosität der gestanzten Folie verbessert. Außerdem verformt der Stanzprozeß das Korn nicht wesentlich oder führt zu weiteren Beanspruchungen in dem Gitter, die zu Korrosionseinleitungsstellen führen könnten. Infolge der einzigartigen und optimierten Gitterdrahtmuster, der verbesserten Steuerung der Gitterdrahtgröße und der optimierten Bleiverteilung innerhalb des Gitters wird die elektrische Leistung verbessert. Somit erzeugen die Vorrichtung **50** von [Fig. 7A](#) und die Vorrichtung **51** von [Fig. 7B](#) ein Batteriegitter, das die Vorteile von optimierten Gitterdrahtmuster und die Vorteile einer Legierungsbeschichtung aufweist.

[0072] In [Fig. 8A](#) wird eine allgemein bei **54** angedeutete weitere Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und zum Bilden eines Batteriegitters gemäß der Erfindung gezeigt. Die Vorrichtung **54** enthält einen erhitzten Bleitopf **61b**, der die geschmolzene Bleilegierung **62** enthält, die die Basis der Batteriegitter bildet, und ein Paar von Zwillingsgießwalzen **66**. Bei Betrieb kontaktiert

die geschmolzene Bleilegierung **62** die Walzenoberflächen und erstarrt unter Entstehung eines massiven Bleilegierungsstreifens **68** mit einer im wesentlichen konstanten Breite und Dicke. Eine geeignete Bleilegierungsstreifenwalzgießeinrichtung, die in der Vorrichtung **54** verwendet werden kann, ist in dem US-Patent Nr. 4,498,519, das durch Bezugnahme hier aufgenommen ist, gezeigt und beschrieben. Der Bleilegierungsstreifen **68** kann wahlweise durch die Walzen **67** weiter gewalzt werden, um die Dicke und Kornstruktur des Streifens **68** zu ändern. Der kontinuierliche Streifen **68** wird dann in eine Stanzstation **71** eingeführt, wo eine Reihe von miteinander verbundenen Batteriegittern durch Ausstanzen von Gittermaterial aus dem kontinuierlichen Streifen **68** gebildet wird.

**[0073]** Während der Stanzvorgänge in der Stanzstation **71** wird der Streifen **68** als ein kontinuierlicher Streifen beibehalten und bevorzugt werden die miteinander verbundenen Batteriegittergestalten in einem progressiven Stanzvorgang gebildet, d. h., durch mehrere Stanzvorgänge werden zu dem Batteriegitter Merkmale hinzugefügt. Die Stanzstation **71** kann einen Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern bilden, die jeweils eine Konfiguration wie die in [Fig. 1](#) gezeigte aufweisen.

**[0074]** Nach dem Austritt des Streifens aus der Stanzstation **71** können die Batteriegitterdrahtabschnitte des Streifens wahlweise in einer Prägestation **73** bearbeitet werden. Die Prägestation **73** wird dazu verwendet, die Gitterdrähte so zu verformen oder zu prägen, daß die Gitterdrähte einen Querschnitt aufweisen, der einem der in den [Fig. 2–Fig. 5](#) gezeigten Gitterdrahtquerschnitte **90a**, **90b**, **90c** oder **90d** ähnlich ist. Beispielsweise kann die Prägestation **73** eine Preßform oder Preßformen enthalten, die den rechteckigen Querschnitt der Gitterdrähte des gestanzten Gitters zu einem achteckigen Querschnitt **90a** wie in [Fig. 2](#) gezeigt verformen. Es können auch die anderen, in [Fig. 3–Fig. 5](#) gezeigten beispielhaften Drahtquerschnitte gebildet werden. Der Streifen aus gestanzten (und wahlweise geprägten) miteinander verbundenen Batteriegittern **74**, der aus der Stanzstation **71** (und wahlweise der Prägestation **73**) austritt, wird durch ein eine geschmolzene Bleilegierung **77** enthaltendes Legierungsbeschichtungsbad **76** geschickt, um einen Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** zu bilden, wie unter Bezugnahme auf [Fig. 7A](#) beschrieben. Der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** wird dann durch ein Abschreckfluid **84** geführt und auf eine Aufwickelrolle **85** aufgewickelt. Die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** kann dann erhitzt werden, um die miteinander verbundenen Batteriegitter **79** zu altern. Die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** kann abgewickelt

und einer Pastierstation zugeführt und in Batterieplatten zerlegt werden, die zu einer Batterie zusammengesetzt werden. Alternativ kann die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** abgerollt und in individuelle Batteriegitter unterteilt werden, die danach mit einer Paste versehen werden, um Batterieplatten zu bilden.

**[0075]** In [Fig. 8B](#) wird eine allgemein bei **55** angedeutete weitere Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der Erfindung und zum Bilden eines Batteriegitters gemäß der Erfindung gezeigt. In der Vorrichtung **55** wird ein Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** unter Verwendung der Doppelwalzengießer **66**, der Stanzstation **71**, gegebenenfalls der Prägestation **73**, des Legierungsbeschichtungsbad **76** und des Abschrecktanks **83** wie in der Vorrichtung **54** von [Fig. 8A](#) hergestellt. Bei der Vorrichtung **55** von [Fig. 8B](#) jedoch tritt der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** nach dem Austritt aus dem Abschrecktank **83** in einen Ofen **86** ein, damit der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** nach dem Abschrecken gealtert wird. Nach dem Altern wird der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** durch eine Pastierstation **87** geführt, wo herkömmliche Batteriepaste auf den Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79** aufgebracht wird. Ein Streifen aus mit Paste versehenen legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **79a** tritt aus der Pastierstation **87** aus und wird in einer Trennstation **88** in individuelle Batterieplatten zerlegt.

**[0076]** In [Fig. 8C](#) wird eine weitere, allgemein bei **56** angedeutete Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der Erfindung gezeigt. Bei der Vorrichtung **56** wird ein Bleilegierungsstreifen **68** unter Verwendung der Zwillingsswalzengießer **66** wie in der Vorrichtung **54** von [Fig. 8A](#) gebildet. Der Bleilegierungsstreifen **68** wird dann in einem Expandierer **72** zu einem Streifen von miteinander verbundenen Batteriegittern **75** expandiert. Eine geeignete Vorrichtung zum Expandieren des Bleilegierungsstreifens **68** in den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **75** wird in US-Patent Nr. 4,291,443 gezeigt und beschrieben. Nach dem Austreten des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern **75** aus dem Expandierer können die Batteriegitterdrahtabschnitte des Streifens wahlweise in einer Prägestation **73** bearbeitet werden, wie oben unter Bezugnahme auf die Vorrichtung **54** von [Fig. 7A](#) beschrieben. Der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **75** wird dann durch das Legierungsbeschichtungsbad **76** geführt, um den Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** zu bilden, der im Abschrecktank **83** abgeschreckt und auf eine Aufwickelspule **85** gewickelt wird. Die Spule aus

legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** kann dann erhitzt werden, um die miteinander verbundenen Batteriegitter **80** zu altern. Der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **80** kann abgewickelt und einer Pastierstation zugeführt und in Batterieplatten zerlegt werden, die zu einer Batterie zusammengebaut werden. Alternativ kann die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** abgewickelt und in individuelle Batteriegitter unterteilt werden, die danach mit einer Paste versehen werden, um Batterieplatten zu bilden.

[0077] In [Fig. 8D](#) wird eine allgemein bei **57** angeordnete weitere Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der Erfindung gezeigt. In der Vorrichtung **57** wird ein Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** unter Verwendung der Zwillingswalzengießerei **66**, des Expandierers **72**, gegebenenfalls der Prägestation **73**, des Legierungsbeschichtungsbad **76** und des Abschrecktanks **83** wie in der Vorrichtung **56** von [Fig. 8C](#) hergestellt. Bei der Vorrichtung **57** von [Fig. 8D](#) jedoch tritt der Streifen von legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** nach dem Austritt aus dem Abschrecktank **83** sofort zum Altern des Streifens aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** in einen Ofen **86** ein. Nach dem Altern wird der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80** durch eine Pastierstation **87** geführt, wo herkömmliche Batteriepaste auf den Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80a** aufgebracht wird. Ein Streifen aus mit Paste versehenen legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **80a** tritt aus der Pastierstation **87** aus und wird in einer Trennstation **88** zu individuellen Batterieplatten zerlegt.

[0078] In [Fig. 9A](#) wird eine allgemein bei **58** angeordnete weitere Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und zum Bilden eines Batteriegitters gemäß der Erfindung gezeigt. Die Vorrichtung **58** enthält einen erhitzten Bleitopf **61c**, der die geschmolzene Bleilegierung **62** enthält, die die Basis der Batteriegitter bildet, und eine Gießtrommel **69**. Bei Betrieb kontaktiert die geschmolzene Bleilegierung **62** die Gießtrommeloberflächen und erstarrt unter Entstehung eines Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern **70**. Eine geeignete Gießeinrichtung, die in der Vorrichtung **58** verwendet werden kann, um den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **70** zu bilden, ist in dem US-Patent Nr. 4,349,067, das durch Bezugnahme hier aufgenommen ist, gezeigt und beschrieben. Wahlweise kann der von der Oberfläche der Gießtrommel **69** entfernte Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **70** durch einen oder mehrere Sätze von Walzen **98** geführt werden, um die Dicke des Streifens aus miteinander verbundenen Batterie-

gittern **70** zu reduzieren, wie in dem US-Patent Nr. 5,611,128, das durch Bezugnahme hier aufgenommen ist, gezeigt und beschrieben ist. Der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **70** wird dann durch ein Legierungsbeschichtungsbad **76** geschickt, das eine geschmolzene Bleilegierung **77** enthält, um einen Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** zu bilden, wie unter Bezugnahme auf [Fig. 7A](#) beschrieben. Der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** wird dann durch ein Abschreckfluid **84** geschickt und auf eine Aufwickelrolle **85** gewickelt. Die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** kann dann erhitzt werden, um die miteinander verbundenen Batteriegitter **81** zu altern. Die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** kann abgewickelt und einer Pastierstation zugeführt und in Batterieplatten zerlegt werden, die zu einer Batterie zusammengebaut werden. Alternativ kann die Rolle aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** abgewickelt und in individuelle Batteriegitter unterteilt werden, die danach mit einer Paste versehen werden, um Batterieplatten zu bilden.

[0079] In [Fig. 9B](#) wird eine allgemein bei **59** angeordnete weitere Vorrichtung zum Ausüben des Verfahrens der vorliegenden Erfindung und zum Bilden eines Batteriegitters gemäß der Erfindung gezeigt. In der Vorrichtung **59** wird ein Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** unter Verwendung der Gießtrommel **69**, wahlweise den Walzen **98**, dem Legierungsbeschichtungsbad **76** und dem Abschrecktank **83** wie in der Vorrichtung **58** von [Fig. 9A](#) hergestellt. Bei der Vorrichtung **59** von [Fig. 9B](#) jedoch tritt der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** nach dem Austritt aus dem Abschrecktank **83** in einen Ofen **86** ein, um den Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** zu altern. Nach der Alterung wird der Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** durch eine Pastierstation **87** geschickt, wo herkömmliche Batteriepaste auf den Streifen aus legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81** aufgebracht wird. Ein Streifen aus mit Paste versehenen legierungsbeschichteten miteinander verbundenen Batteriegittern **81a** tritt aus der Pastierstation **87** aus und wird in einer Trennstation **88** in individuelle Batterieplatten zerlegt.

[0080] An der Vorrichtung der [Fig. 7A–Fig. 9B](#) können zahlreiche Modifikationen vorgenommen werden. Beispielsweise kann der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** wahlweise durch eine nicht gezeigte Flußmittelbehandlungsstation geschickt werden, bevor er in das Legierungsbeschichtungsbad **76** eintritt, um Oxide von der Oberfläche



des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** zu entfernen. Eine verbundenen Batteriegittern **74** zu entfernen. Eine Flußmittelbehandlungsstation kann ein Bad aus Flußmittel in einer Schale, die unter dem sich vorschiebenden Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** liegt, eine rotierende Walze, die Flußmittel aus dem Bad absorbiert und aufnimmt (absorbs and picks up) und es auf die Unterseite des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** aufbringt, und eine Düse, die über dem Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** liegt, zum Sprühen von Flußmittel auf die Oberseite des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74**, enthalten. Andere Techniken, z. B. benetzte Schwämme/Applikatoren, zum Auftragen des Flußmittels auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** können ebenfalls verwendet werden. Bei einer anderen Version der Erfindung kann die Legierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** aufgebracht werden, indem die Legierung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** gesprüht wird.

**[0081]** An der Vorrichtung der [Fig. 7A–Fig. 9B](#) kann eine weitere höchst vorteilhafte Modifikation vorgenommen werden. Insbesondere wird das Legierungsbeschichtungsbad **76** so modifiziert, daß ein Strom aus inertem Gas (z. B. Stickstoff oder Argon) in die geschmolzene Bleilegierung **77** in dem Legierungsbeschichtungsbad **76** gespült oder geblasen (purchased or blown into) wird. Während des Beschichtens des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** in dem Legierungsbeschichtungsbad **76** wird das inerte Gas (z. B. Stickstoff oder Argon) derart in die geschmolzene Bleilegierung **77** geblasen, daß in der geschmolzenen Bleilegierung **77** Blasen entstehen. Dadurch erhält man mindestens drei Vorteile: (1) die Legierungsbeschichtung, die auf dem Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** entsteht, ist porös und weist deshalb einen viel höheren Flächeninhalt auf, was die Haftung zwischen Gitter und aktivem Material weiter verstärkt; (2) die Legierungsbeschichtung, die auf dem Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** entsteht, weist im Vergleich zu einer Legierungsbeschichtung, die ohne die Einleitung von inertem Gas in die geschmolzene Bleilegierung **77** auf dem Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **74** entsteht, eine geringere Masse und geringere Kosten auf; (3) das inerte Gas wirkt als ein abschirmender Film, während es das Legierungsbeschichtungsbad **76** verläßt, was verhindert, daß die Oberseite des geschmolzenen Legierungsbad oxidiert, wodurch Schlacke und Kontaminierung des Legierungsbeschichtungsbad **76** reduziert werden.

**[0082]** Nachdem verschiedene Verfahren und Vorrichtungen zum Bilden von Batterieplatten oder Batteriegittern gemäß der Erfindung beschrieben wor-

den sind, können beispielhafte Gittermaterialien und beispielhafte Beschichtungsmaterialien beschrieben werden, die zum Bilden eines Batteriegitters gemäß der Erfindung verwendet werden können. Die zum Herstellen des massiven Bleilegierungsstreifens **65** in der Gießtrommel **63** der Vorrichtung nach einer der [Fig. 7A–Fig. 7D](#) verwendete Bleilegierung wird so gewählt, daß man einen gegossenen Legierungsstreifen erhält, der zu einem Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern gestanzt oder expandiert werden kann und eine Legierungszusammensetzung aufweist, die sich für die beabsichtigte Anwendung der Bleisäurebatterie eignet. Wenn beispielsweise eine Bleisäurebatterie als eine „wartungsfreie“ Batterie vertrieben werden soll, wird eine Blei-Calcium-Legierung zur Verwendung als die Bleilegierung gewählt, die auf die Gießtrommel **63** gegeben wird. In der Technik ist wohlbekannt, daß eine Blei und Calcium aufweisende Legierung auch andere Legierungsmittel (alloyants) wie etwa Zinn, Aluminium und Silber enthalten kann. Der Ausdruck „Blei-Calcium-Legierung“, wie er hier verwendet wird, soll deshalb nicht streng auf binäre Blei-Calcium-Legierungen beschränkt sein, sondern auch Legierungen beinhalten, die Blei und Calcium sowie andere legierende Elemente aufweisen, die für die Batterie oder ihren wartungsfreien Charakter nicht abträglich sind. Die legierenden Elemente in der Bleilegierung können variiert werden, damit man eine optimale Leistung der Gießtrommel **63** der Vorrichtung nach einer der [Fig. 7A–Fig. 7D](#) erhält.

**[0083]** Analog kann die zum Herstellen des massiven Bleilegierungsstreifens **68** in dem Zwillingswalzengießer (twin roll casting rollers) **66** der Vorrichtung nach einer der [Fig. 8A–Fig. 8D](#) verwendete Bleilegierung so ausgewählt werden, daß man einen gegossenen Legierungsstreifen erhält, der zu einem Streifen von miteinander verbundenen Batteriegittern mit einer Legierungszusammensetzung gestanzt oder expandiert wird, die sich für die beabsichtigte Anwendung der Bleisäurebatterie eignet. Wenn eine Bleisäurebatterie als eine „wartungsfreie“ Batterie vertrieben werden soll, wird eine Blei-Calcium-Legierung wie hier definiert zur Verwendung als die Bleilegierung gewählt, die auf den Zwillingswalzengießer (twin roll casting rollers) **66** gegeben wird. Die legierenden Elemente in der Bleilegierung können variiert werden, damit man die optimale Leistung der Gießtrommel **66** erhält. Analog kann die zum Herstellen des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern **81** unter Verwendung der Gießtrommel **69** der Vorrichtung nach einer der [Fig. 9A–Fig. 9B](#) verwendete Bleilegierung so gewählt werden, daß man einen Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern **81** mit einer Legierungszusammensetzung erhält, die sich für die beabsichtigte Anwendung der Bleisäurebatterie eignet. Wenn eine Bleisäurebatterie als eine „wartungsfreie“ Batterie vertrieben werden soll, wird eine Blei-Calcium-Legierung wie hier



definiert zur Verwendung als die Bleilegierung gewählt, die auf die Gießtrommel **69** gegeben wird. Die legierenden Elemente in der Bleilegierung können variiert werden, damit man die optimale Leistung der Gießtrommel **69** erhält. Eine beispielhafte Blei-Calcium-Legierung, die sich in der vorliegenden Erfindung eignet, enthält Blei, zwischen etwa 0,060 Gew.-% bis etwa 0,070 Gew.-% Calcium und zwischen etwa 1,20 Gew.-% und etwa 1,50 Gew.-% Zinn. Eine weitere beispielhafte Blei-Calcium-Legierung, die sich in der vorliegenden Erfindung eignet, enthält Blei, nicht weniger als etwa 0,8% Zinn, Zinn in einem Verhältnis zu Calcium von über etwa 12 : 1 und Silber im Bereich zwischen etwa 0 und 0,02%, wobei die Prozentsätze auf dem Gesamtgewicht der auf Blei basierenden Legierung basieren. Diese beispielhafte Blei-Calcium-Legierung wird in dem US-Patent Nr. 6,117,594 ausführlich beschrieben.

**[0084]** Wie oben ausführlich dargestellt, erzeugt jede der in den [Fig. 7A-Fig. 9B](#) gezeigten Vorrichtungen einen Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern, der danach mit einer Bleilegierung in dem Legierungsbeschichtungsbad **76** beschichtet wird. Die für die Beschichtung ausgewählte Bleilegierung variiert je nach der Legierung, die zum Herstellen des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern verwendet wird. Wenn der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern aus einer Blei-Calcium-Legierung wie hier definiert gebildet wird, enthalten geeignete Bleilegierungen für die Beschichtung Blei-Zinn- und Blei-Antimon-Legierungen. Die genaue Zusammensetzung der Beschichtung ist hinsichtlich der Verlängerung der Lebensdauer von Batterien nicht besonders kritisch. Andererseits gibt es zwei allgemeine Regeln, die für die Auswahl der Bleilegierungsbeschichtungs-Zusammensetzung gelten. Zuerst sollte die Zusammensetzung der Beschichtung so gewählt werden, daß man eine Schmelze mit einem Schmelzpunkt erhält, der ausreichend unter dem Schmelzpunkt des Blei-Calcium-Legierungsstreifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern liegt (z. B. etwa 620°F für eine typische Pb-0,07 Gew.-% Ca-1 bis 1,5 Gew.-%-Zinn-Legierung), so daß ein vollständiges Schmelzen des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern ausgeschlossen wird, wenn er in die Schmelze eintaucht. Das Schmelzen der Oberfläche des Blei-Calcium-Legierungsstreifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern ist akzeptabel und kann sogar wünschenswert sein, um die metallurgische Verbindung der Legierungsbeschichtung mit dem Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern zu fördern. Zweitens sollte die Zusammensetzung der Beschichtung derart sein, daß ausreichend Zinn, Antimon und andere legierende Elemente vorliegen, um die Korrosionsschicht auf der Oberfläche des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern (d. h. an der Grenzfläche Gitter – aktives Material) mit Oxiden des Zinns, Antimons

oder von anderen legierenden Elementen zu dotieren und dadurch die Leitfähigkeit der Korrosionsschicht zu verbessern und die bessere Haftung des bleihaltigen (lead) aktiven Materials am Gitter zu fördern.

**[0085]** Geeignete Blei-Antimon-Legierungen zum Beschichten des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern enthalten Bleilegierungen mit einem Antimongehalt, der zwischen etwa 1 Gew.-% und etwa 10 Gew.-% variiert. Mit dem Antimon enthaltenden Blei (antimonial lead) können andere Additive wie etwa Zinn zwischen etwa 1 Gew.-% und etwa 10 Gew.-% ebenfalls verwendet werden. Somit soll der Ausdruck Blei-Antimon-Legierung nicht auf Legierungen beschränkt sein, die nur Blei und Antimon enthalten, sondern soll vielmehr andere niedrigschmelzende Legierungen davon beinhalten, die die beabsichtigten Effekte des Antimons nicht negieren oder auf andere Weise für eine Batterie abträglich sind. Beim Beschichten eines Streifens aus Pb-Ca-Sn-Legierung (d. h. 0,07 Gew.-% Ca und 1 bis 1,5 Gew.-% Sn) aus miteinander verbundenen Batteriegittern, der bei etwa 620°F schmilzt, liegt der Antimongehalt in der Bleilegierungsbeschichtung bevorzugt zwischen etwa 0,5 Gew.-% und etwa 3 Gew.-%, und bevorzugt liegt der Zinngehalt in der Bleilegierung zwischen etwa 2 Gew.-% und etwa 5 Gew.-%, damit man einen Schmelzpunkt von etwa 590°F erhält.

**[0086]** Analog können geeignete Blei-Zinn-Legierungen verwendet werden, da sie alle bei niedrigeren Temperaturen schmelzen als der typische Blei-Calcium-Legierungsstreifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern. Blei-Zinn-Legierungen umfassen bevorzugt etwa 1 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% Zinn, werden aber ansonsten wegen der hohen Kosten für Zinn in erster Linie auf der Basis der Kosten bestimmt. Eine beispielhafte Legierung enthält Blei und etwa 4 Gew.-% bis etwa 6 Gew.-% Zinn. Andere Legierungsmittel könnten zugesetzt werden, weshalb der Ausdruck Blei-Zinn-Legierung nicht auf Legierungen beschränkt sein soll, die nur Blei und Zinn enthalten, sondern vielmehr andere niedrigschmelzende Legierungen davon beinhalten soll, die die beabsichtigten Effekte des Zinns nicht negieren oder auf andere Weise für eine Batterie oder ihren wartungsfreien Charakter abträglich sind.

**[0087]** Die präzise Temperatur der Schmelze ist nicht besonders kritisch, solange sie nicht zu heiß ist, um den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern in der kurzen Zeit vollständig zu schmelzen, in der der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern in der Schmelze eingetaucht ist. Somit wird die Schmelztemperatur in vielerlei Hinsicht durch die Zusammensetzung (und somit den Schmelzpunkt) des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern bestimmt, der beschichtet wird. Allgemein gesprochen wird bevorzugt, daß die

Temperatur der Schmelze bei einer Temperatur gehalten werden kann, die mindestens etwa 20°F unter dem Schmelzpunkt des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern liegt. Andererseits ist es wünschenswert, daß die Temperatur ausreichend hoch ist, um einige niedrigschmelzende Phasen auf der Oberfläche des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern zu schmelzen, um eine bessere Verbindung der Beschichtung mit dem Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern zu fördern.

**[0088]** Die Erfindung wird in den folgenden Beispielen, die zum Zweck der Veranschaulichung und nicht als Beschränkung vorgelegt werden, näher dargestellt.

#### Beispiel 1

**[0089]** Ein kontinuierlicher Streifen wurde aus einer Bleilegierung mit der folgenden Zusammensetzung hergestellt: 0,0425 Gew.-% Calcium, 0,925 Gew.-% Zinn, 0,013 Gew.-% Aluminium, 0,0125 Gew.-% Silber und der Rest Blei. Eine Reihe von miteinander verbundenen Batteriegittergestalten wurde dann in dem Streifen in einem fort dauernden Stanzvorgang gebildet, d. h., durch mehrere Stanzvorgänge wurden dem Batteriegitter Merkmale hinzugefügt. Dann wurden die Batteriegitterdrahtanschnitte des Streifens in einer Prägestation bearbeitet, um die Gitterdrähte so zu prägen, daß die Gitterdrähte einen Querschnitt ähnlich den Gitterdrahtquerschnitten **90c** in [Fig. 4](#) aufwiesen. Die miteinander verbundenen Batteriegitter wurden dann zu individuellen Gittern zerlegt. Die Gitter wurden dann mit einer herkömmlichen Batteriepaste versehen und zu Batteriezellen gebildet. Die Batteriezellen wurden dann zum Messen der Lebensdauer einer Wechselbeanspruchung gemäß der Lebensdauertestprozedur SAE J240 bei einer Temperatur von 75°C (167°F) unterzogen.

#### Beispiel 2

**[0090]** Ein kontinuierlicher Streifen wurde aus einer Bleilegierung mit der folgenden Zusammensetzung hergestellt: 0,0425 Gew.-% Calcium, 0,925 Gew.-% Zinn, 0,013 Gew.-% Aluminium, 0,0125 Gew.-% Silber und der Rest Blei. Eine Reihe von miteinander verbundenen Batteriegittergestalten wurde dann in dem Streifen in einem fort dauernden Stanzvorgang gebildet, d. h., durch mehrere Stanzvorgänge wurden dem Batteriegitter Merkmale hinzugefügt. Dann wurden die Batteriegitterdrahtanschnitte des Streifens in einer Prägestation bearbeitet, um die Gitterdrähte so zu prägen, daß die Gitterdrähte einen Querschnitt ähnlich den Gitterdrahtquerschnitten **90c** in [Fig. 4](#) aufwiesen. Die miteinander verbundenen Batteriegitter wurden dann zu individuellen Gittern zerlegt. Die Gitter wurden dann von Hand in einen Topf aus geschmolzener Beschichtungslegierung aus 94

Gew.-% Blei und 6 Gew.-% Zinn getaucht. Die Gitter wurden langsam in die Schmelze getaucht, bis sie am Boden des Topfs ankamen, und dann langsam mit der gleichen Geschwindigkeit für eine Gesamttauchzeit von etwa 2 Sekunden herausgezogen. Die Beschichtung war gleichmäßig ohne überschüssige Ansammlung an den Gitterdrähten oder den Rändern der Gitter. Die Gitter wurden dann mit einer herkömmlichen Batteriepaste versehen und zu Batteriezellen gebildet. Die Batteriezellen wurden dann zum Messen der Lebensdauer einer Wechselbeanspruchung gemäß der Lebensdauertestprozedur SAE J240 bei einer Temperatur von 75°C (167°F) unterzogen. Die Anzahl der Zyklen für Batteriezellen mit mit einer Blei-Zinn-Legierung beschichteten Gittern, die gemäß Beispiel 2 hergestellt wurden, war um 20% höher als die Anzahl der Zyklen für die Kontrollbatteriezellen mit unbeschichteten Gittern, die gemäß Beispiel 1 hergestellt wurden. Dies zeigt, daß Batterien, die Gitter enthalten, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt worden sind, eine bessere Lebensdauerleistung aufweisen als Batterien, die herkömmliche Gitter enthalten.

#### Beispiel 3

**[0091]** Ein kontinuierlicher Streifen wurde aus einer Bleilegierung mit der folgenden Zusammensetzung hergestellt: 0,0425 Gew.-% Calcium, 0,925 Gew.-% Zinn, 0,013 Gew.-% Aluminium, 0,0125 Gew.-% Silber und der Rest Blei. Eine Reihe von miteinander verbundenen Batteriegittergestalten wurde dann in dem Streifen in einem fort dauernden Stanzvorgang gebildet, d. h., durch mehrere Stanzvorgänge wurden dem Batteriegitter Merkmale hinzugefügt. Dann wurden die Batteriegitterdrahtanschnitte des Streifens in einer Prägestation bearbeitet, um die Gitterdrähte so zu prägen, daß die Gitterdrähte einen Querschnitt ähnlich den Gitterdrahtquerschnitten **90c** in [Fig. 4](#) aufwiesen. Die miteinander verbundenen Batteriegitter wurden dann zu individuellen Gittern zerlegt. Die Gitter wurden dann von Hand in einen Topf aus geschmolzener Beschichtungslegierung aus 94 Gew.-% Blei, 3 Gew.-% Zinn und 3 Gew.-% Antimon getaucht. Die Gitter wurden langsam in die Schmelze getaucht, bis sie am Boden des Topfs ankamen, und dann langsam mit der gleichen Geschwindigkeit für eine Gesamttauchzeit von etwa 2 Sekunden herausgezogen. Die Beschichtung war gleichmäßig ohne überschüssige Ansammlung an den Gitterdrähten oder den Rändern der Gitter. Die Gitter wurden dann mit einer herkömmlichen Batteriepaste versehen und zu Batteriezellen gebildet. Die Batteriezellen wurden dann zum Messen der Lebensdauer einer Wechselbeanspruchung gemäß der Lebensdauertestprozedur SAE J240 bei einer Temperatur von 75°C (167°F) unterzogen. Die Anzahl der Zyklen für Batteriezellen mit mit einer Blei-Zinn-Antimon-Legierung beschichteten Gittern, die gemäß Beispiel 3 hergestellt wurden, war bei der letzten Ablesung um 47% höher als

die Anzahl der Zyklen für die Kontrollbatteriezellen mit unbeschichteten Gittern, die gemäß Beispiel 1 hergestellt wurden. Außerdem bleiben die Batteriezellen von Beispiel 3 im Test, da die untere Grenzspannung für SAE J240 nicht erreicht worden ist. Dies zeigt, daß Batterien, die Gitter enthalten, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt worden sind, eine bessere Lebensdauerleistung aufweisen als Batterien, die herkömmliche Gitter enthalten.

**[0092]** Somit stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren bereit, das die Haftung von aktivem Batteriematerial an einem durch einen kontinuierlichen Prozeß hergestellten Batteriegitter, wie etwa Streifenexpansion, Streifenstanzen oder kontinuierliches Gießen, erhöhen kann. Das Verfahren der vorliegenden Erfindung verlängert die Lebensdauer einer Batterie durch Vergrößern der Haftung zwischen dem Batteriepastenmaterial und dem Batteriegitter. Infolgedessen kann ein Batteriehersteller einen preiswerten kontinuierlichen Gitterherstellungsprozeß ohne die mit einer unzureichenden Pastenhaftung verbundenen Mängel nutzen.

**[0093]** Wenngleich die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen in erheblichem Detail beschrieben worden ist, versteht der Fachmann, daß die vorliegende Erfindung über andere als die beschriebenen Ausführungsformen ausgeübt werden kann, die zur Veranschaulichung und nicht als Beschränkung vorgelegt worden sind. Deshalb sollte der Schutzbereich der beigefügten Ansprüche nicht auf die Beschreibung der hier enthaltenen Ausführungsformen beschränkt sein.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von mehreren Batterieplatten, wobei das Verfahren folgendes umfaßt:  
Bilden eines Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern aus einem Bleilegierungsgittermaterial, wobei jedes miteinander verbundene Batteriegitter ein Gitternetz enthält, das von mindestens einem Rahmenelement begrenzt wird, wobei das Gitternetz mehrere beabstandete Gitterdrahtelemente umfaßt, wobei jedes Gitterdrahtelement gegenüberliegende Enden aufweist, wobei jedes gegenüberliegende Ende mit einem von mehreren Knoten verbunden ist, um in dem Gitternetz mehrere offene Räume zu definieren;  
Verformen mindestens eines Abschnitts mindestens eines der Gitterdrahtelemente zwischen den gegenüberliegenden Enden des mindestens einen Gitterdrahtelements derart, daß ein erster transversaler Querschnitt an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements sich von einem zweiten transversalen Querschnitt an einem der gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements unterscheidet;  
Aufbringen einer Bleilegierungsbeschichtung auf den

Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern;  
Aufbringen einer Batteriepaste auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern und  
Schneiden des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern, um mehrere Batterieplatten zu bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Verformungsschritt vor dem Aufbringen der Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Verformungsschritt das Stanzen mindestens eines Gitterdrahtelements umfaßt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei:  
der Verformungsschritt ein Drahtelement mit einem ersten transversalen Querschnitt zwischen den gegenüberliegenden Enden liefert, der sich von einem zweiten transversalen Querschnitt des Drahtelements an einem der gegenüberliegenden Enden unterscheidet; und  
das Gitternetz und jeder der Rahmen gegenüberliegende, im wesentlichen planare Oberflächen definieren und sich der erste transversale Querschnitt nicht über die planaren Oberflächen hinaus erstreckt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Bildens eines Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern aus einem Gittermaterial folgendes umfaßt:  
Zuführen eines kontinuierlichen Streifens des Gittermaterials entlang einem auf die Längsrichtung des Streifens ausgerichteten linearen Weg; und  
Stanzen von Gittermaterial aus dem Streifen, um den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern zu bilden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei:  
der kontinuierliche Streifen aus dem Gittermaterial durch ein kontinuierliches Gießen einer Schmelze des Bleilegierungsgittermaterials gebildet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei:  
der kontinuierliche Streifen aus dem Gittermaterial durch ein Gießen einer Schmelze des Bleilegierungsgittermaterials unter Herstellung einer Platte und Walzen der Platte gebildet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 5, das weiterhin folgendes umfaßt  
Verformen mindestens eines Abschnitts von mehreren der Gitterdrahtelemente an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden der mehreren Gitterdrahtelemente, bevor die Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern derart aufgebracht wird, daß ein erster transversaler Querschnitt an der Position

zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements sich von einem zweiten transversalen Querschnitt an einem der gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements unterscheidet.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Bildens eines Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern aus einem Gittermaterial folgendes umfaßt:

Zuführen eines kontinuierlichen Streifens des Gittermaterials entlang einem auf die Längsrichtung des Streifens ausgerichteten linearen Weg;

Ausbilden von Schlitzten in den Streifen aus Gittermaterial

und seitliches Expandieren des Streifens aus Gittermaterial, um den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern zu bilden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, das weiterhin folgendes umfaßt:

Verformen mindestens eines Abschnitts der Gitterdrahtelemente an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements, bevor die Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern derart aufgebracht wird, daß ein erster transversaler Querschnitt an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements sich von einem zweiten transversalen Querschnitt an einem der gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements unterscheidet.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Bildens eines Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern aus einem Gittermaterial folgendes umfaßt:

Schmelzen des Gittermaterials und

kontinuierliches Gießen des Gittermaterials, um den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern zu bilden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, das weiterhin folgendes umfaßt:

Verformen mindestens eines Abschnitts der Gitterdrahtelemente an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements, bevor die Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern derart aufgebracht wird, daß ein erster transversaler Querschnitt an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements sich von einem zweiten transversalen Querschnitt an einem der gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements unterscheidet.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Aufbringens einer Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern folgendes umfaßt:

Eintauchen des Streifens aus miteinander verbunde-

nen Batteriegittern in eine Schmelze aus der Bleilegierungsbeschichtung.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der Schritt des Aufbringens einer Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern weiterhin folgendes umfaßt:

Einleiten eines Gases in die Schmelze aus der Bleilegierungsbeschichtung, während der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern in die Schmelze aus der Bleilegierungsbeschichtung eingetaucht wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Gittermaterial eine Blei-Calcium-Legierung und die Beschichtung eine Blei-Zinn-Legierung umfaßt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Blei-Zinn-Legierung etwa 90 Gew.-% bis etwa 99 Gew.-% Blei und etwa 1 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% Zinn umfaßt.

17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Blei-Zinn-Legierung weiterhin Antimon enthält.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die Blei-Zinn-Legierung etwa 80 Gew.-% bis etwa 98 Gew.-% Blei, etwa 1 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% Zinn und etwa 1 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% Antimon umfaßt.

19. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Aufbringens einer Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern folgendes umfaßt:

Sprühen einer Schmelze aus der Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern.

20. Verfahren nach Anspruch 1, das weiterhin folgendes umfaßt:

Abschrecken des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern in einem Fluidbad nach dem Aufbringen der Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern und vor dem Aufbringen von Batteriepaste auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern.

21. Verfahren nach Anspruch 1, das weiterhin folgendes umfaßt:

Altern des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern bei erhöhter Temperatur nach dem Abschrecken des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriestreifen und vor dem Aufbringen von Batteriepaste auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern.

22. Verfahren zum Herstellen von mehreren Batterieplatten, wobei das Verfahren folgendes umfaßt:

Kontinuierliches Gießen eines Bleilegierungsgittermaterials, um einen kontinuierlichen Streifen zu bilden;

Stanzen von Gittermaterial aus dem Streifen, um miteinander verbundene Batteriegitter zu bilden, wobei jedes miteinander verbundene Batteriegitter ein Gitternetz enthält, das von einem Rahmen begrenzt wird, wobei der Rahmen eine Stromsammelfahne aufweist, wobei das Gitternetz mehrere Gitterdrahtelemente umfaßt, wobei jedes Gitterdrahtelement gegenüberliegende Enden aufweist, wobei jedes gegenüberliegende Ende mit einem von mehreren Knoten verbunden ist, um in dem Gitternetz mehrere offene Räume zu definieren;

Verformen mindestens eines Abschnitts von mehreren der Gitterdrahtelemente an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements derart, daß ein erster transversaler Querschnitt an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements sich von einem zweiten transversalen Querschnitt an einem der gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements unterscheidet;

Aufbringen einer Bleilegierungsbeschichtung auf die miteinander verbundenen Batteriegitter;

Aufbringen von Batteriepaste auf die miteinander verbundenen Batteriegitter und

Schneiden der miteinander verbundenen Batteriegitter, um mehrere Batterieplatten zu bilden.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt des Aufbringens einer Bleilegierungsbeschichtung auf die miteinander verbundenen Batteriegitter folgendes umfaßt:

Eintauchen der miteinander verbundenen Batteriegitter in eine Schmelze der Bleilegierungsbeschichtung.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei der Schritt des Aufbringens einer Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern weiterhin folgendes umfaßt:

Einleiten eines Gases in die Schmelze aus der Bleilegierungsbeschichtung, während der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern in die Schmelze aus der Bleilegierungsbeschichtung eingetaucht wird.

25. Verfahren nach Anspruch 22, wobei das Gittermaterial eine Blei-Calcium-Legierung und die Beschichtung eine Blei-Zinn-Legierung umfaßt.

26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei die Blei-Zinn-Legierung etwa 90 Gew.-% bis etwa 99 Gew.-% Blei und etwa 1 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% Zinn umfaßt.

27. Verfahren nach Anspruch 25, wobei die Blei-Zinn-Legierung weiterhin Antimon enthält.

28. Verfahren nach Anspruch 27, wobei die

Blei-Zinn-Legierung etwa 80 Gew.-% bis etwa 98 Gew.-% Blei, etwa 1 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% Zinn und etwa 1 Gew.-% bis etwa 10 Gew.-% Antimon umfaßt.

29. Verfahren nach Anspruch 22, das weiterhin folgendes umfaßt:

Stanzen mindestens eines Abschnitts der Gitterdrahtelemente an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements, bevor die Bleilegierungsbeschichtung auf die miteinander verbundenen Batteriegitter derart aufgebracht wird, daß ein erster transversaler Querschnitt an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements sich von einem zweiten transversalen Querschnitt an einem der gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements unterscheidet.

30. Verfahren nach Anspruch 22, das weiterhin folgendes umfaßt:

Abschrecken der miteinander verbundenen Batteriegitter in einem Fluidbad nach dem Aufbringen der Bleilegierungsbeschichtung auf die miteinander verbundenen Batteriegitter und vor dem Aufbringen von Batteriepaste auf die miteinander verbundenen Batteriegitter.

31. Verfahren nach Anspruch 22, das weiterhin folgendes umfaßt:

Altern der miteinander verbundenen Batteriegitter bei erhöhter Temperatur nach dem Abschrecken der miteinander verbundenen Batteriegitter und vor dem Aufbringen von Batteriepaste auf die miteinander verbundenen Batteriegitter.

32. Verfahren zum Herstellen von mehreren Batteriegittern, wobei das Verfahren folgendes umfaßt:

Bilden eines Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern aus einem Bleilegierungsgittermaterial, wobei jedes miteinander verbundene Batteriegitter ein Gitternetz enthält, das von mindestens einem Rahmenelement begrenzt wird, wobei eines der Rahmenelemente eine Stromsammelfahne aufweist, wobei das Gitternetz mehrere Gitterdrahtelemente umfaßt, wobei jedes Gitterdrahtelement gegenüberliegende Enden aufweist, wobei jedes gegenüberliegende Ende mit einem von mehreren Knoten verbunden ist, um mehrere offene Räume zu definieren; Verformen mindestens eines Abschnitts von mehreren der Gitterdrahtelemente an einer Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements derart, daß ein erster transversaler Querschnitt an der Position zwischen den gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements sich von einem zweiten transversalen Querschnitt an einem der gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements unterscheidet;

Aufbringen einer Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern und Schneiden des Streifens, um mehrere Batterie-



gitter zu bilden.

33. Verfahren nach Anspruch 32, wobei der Verformungsschritt vor dem Aufbringen der Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern ausgeführt wird.

34. Verfahren nach Anspruch 33, wobei der Verformungsschritt einen Stanzprozeß verwendet.

35. Verfahren nach Anspruch 32, wobei der Schritt des Bildens eines Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern aus einem Gittermaterial folgendes umfaßt:  
Zuführen eines kontinuierlichen Streifens des Gittermaterials entlang einem auf die Längsrichtung des Streifens ausgerichteten linearen Weg; und  
Stanzen von Gittermaterial aus dem Streifen, um den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern zu bilden.

36. Verfahren nach Anspruch 32, wobei:  
der kontinuierliche Streifen aus dem Gittermaterial durch ein kontinuierliches Gießen einer Schmelze des Bleilegierungsgittermaterials gebildet wird.

37. Verfahren nach Anspruch 32, wobei der Schritt des Aufbringens einer Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern folgendes umfaßt:  
Eintauchen des Streifens aus miteinander verbundenen Batteriegittern in eine Schmelze aus der Bleilegierungsbeschichtung.

38. Verfahren nach Anspruch 37, wobei der Schritt des Aufbringens einer Bleilegierungsbeschichtung auf den Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern weiterhin folgendes umfaßt:  
Einleiten eines Gases in die Schmelze aus der Bleilegierungsbeschichtung, während der Streifen aus miteinander verbundenen Batteriegittern in die Schmelze aus der Bleilegierungsbeschichtung eingetaucht wird.

39. Gitter für eine Batterie, das folgendes umfaßt:  
ein Gitternetz, das von mindestens einem Rahmenelement begrenzt ist, wobei eines der Rahmenelemente eine Stromsammelfahne aufweist, wobei das Gitternetz mehrere beabstandete Gitterdrahtelemente umfaßt, wobei jedes Gitterdrahtelement gegenüberliegende Enden aufweist, wobei jedes gegenüberliegende Ende mit einem von mehreren Knoten verbunden ist, um mehrere offene Räume zu definieren,  
wobei das Gitternetz auf im wesentlichen allen Oberflächen mit einer Bleilegierungsbeschichtung beschichtet ist;  
wobei mindestens ein Abschnitt der Gitterdrahtelemente einen ersten transversalen Querschnitt an einer Position zwischen den gegenüberliegenden En-

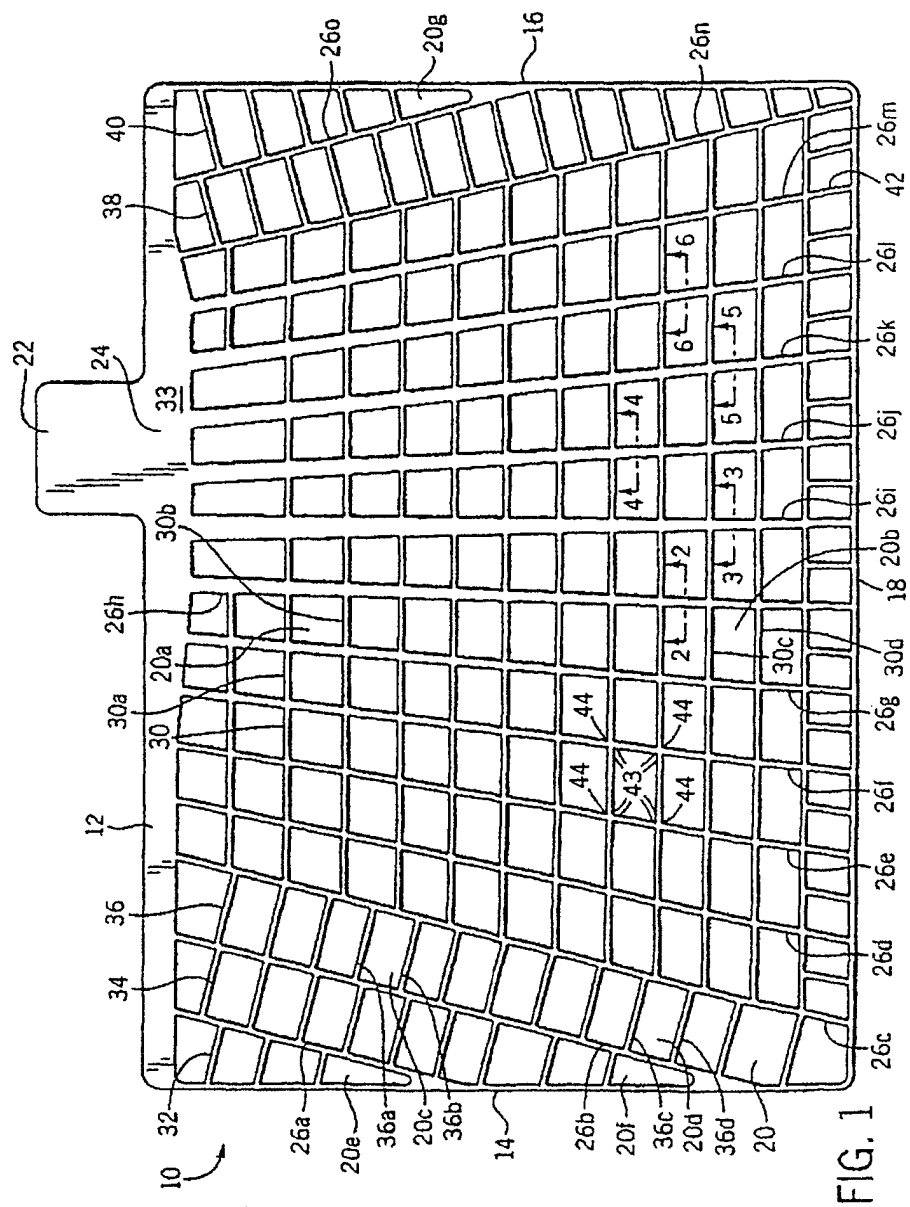
den des Gitterdrahtelements aufweist, der sich von einem zweiten transversalen Querschnitt an einem der gegenüberliegenden Enden des Gitterdrahtelements unterscheidet, wobei der zweite transversale Querschnitt im wesentlichen rechteckig ist.

40. Gitter nach Anspruch 39, wobei:  
der erste transversale Querschnitt im wesentlichen eine Gestalt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Raute, Oval, Rhomboid, Sechseck und Achteck aufweist.

41. Gitter nach Anspruch 39, wobei die Bleilegierungsbeschichtung porös ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



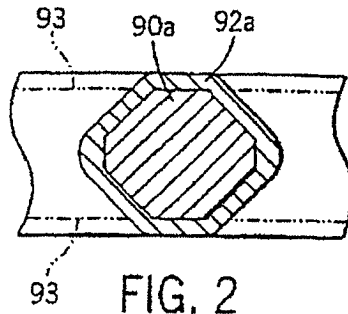


FIG. 2

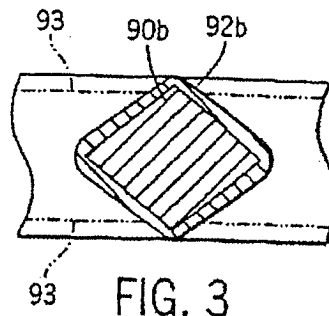


FIG. 3

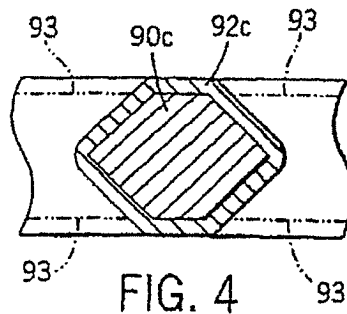


FIG. 4

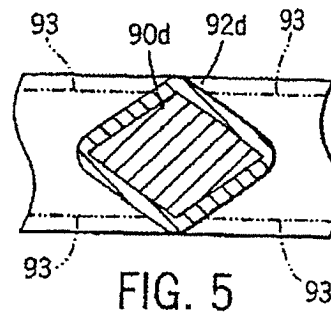


FIG. 5

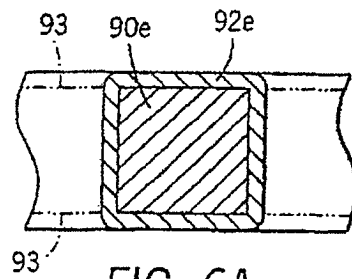


FIG. 6A

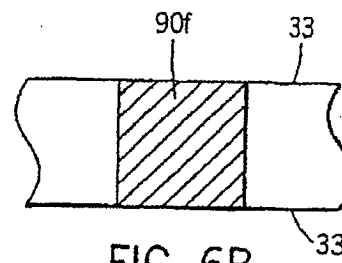


FIG. 6B

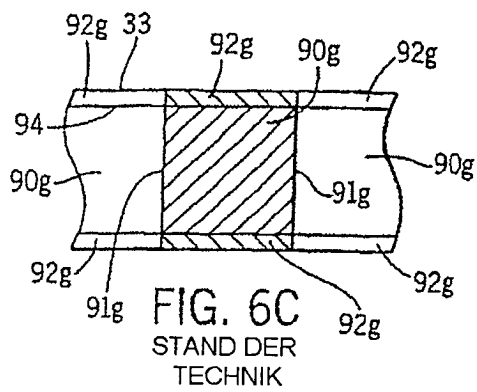
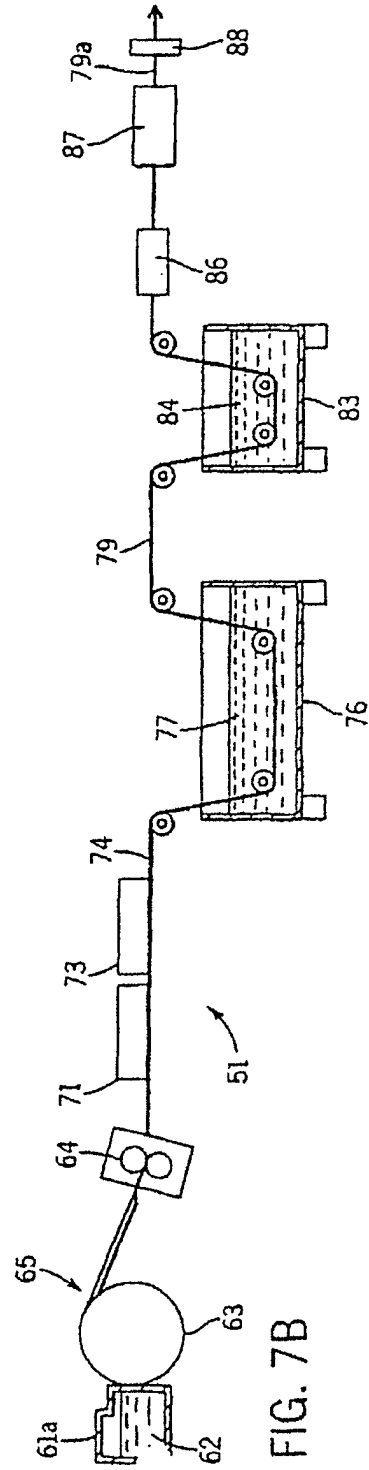
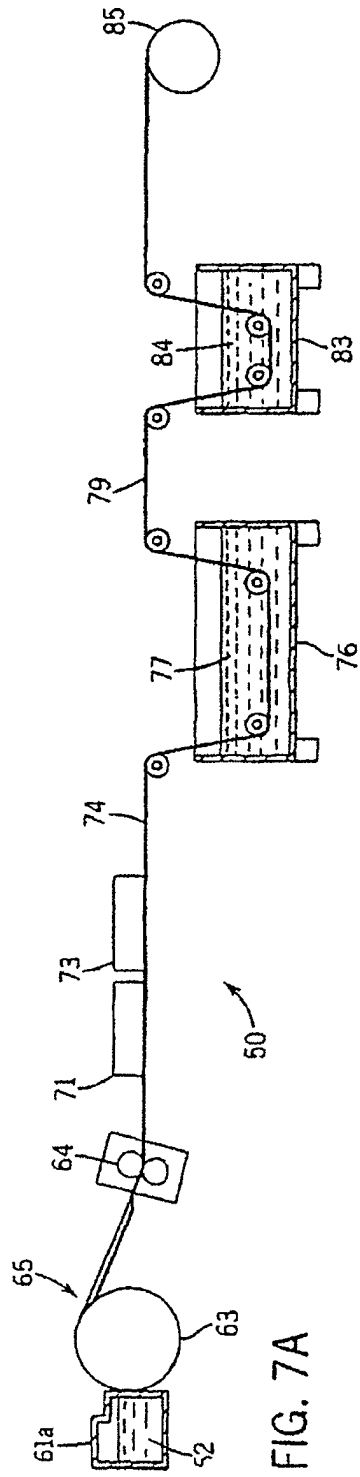
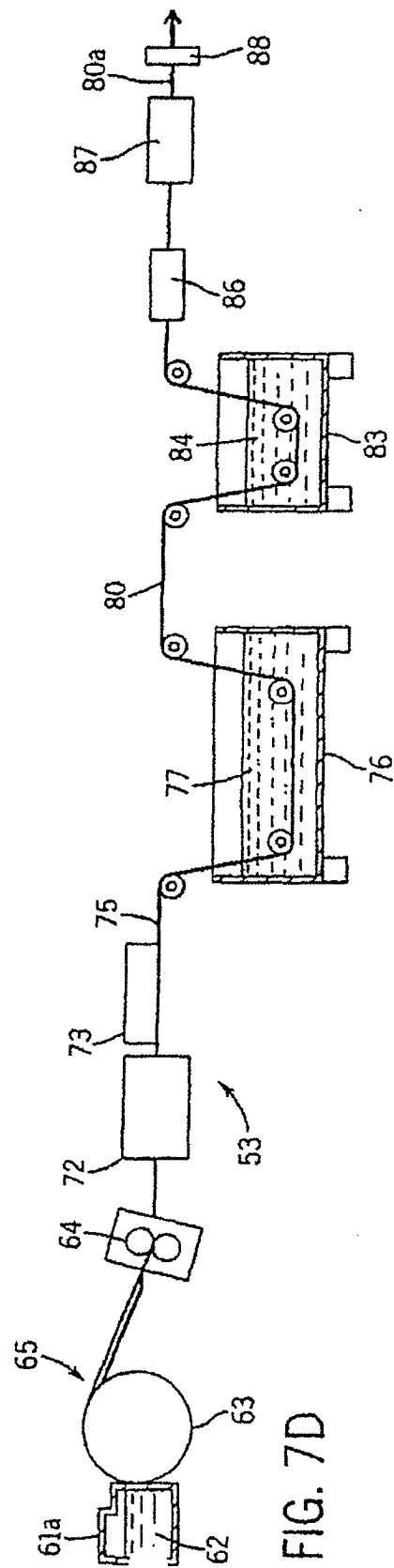
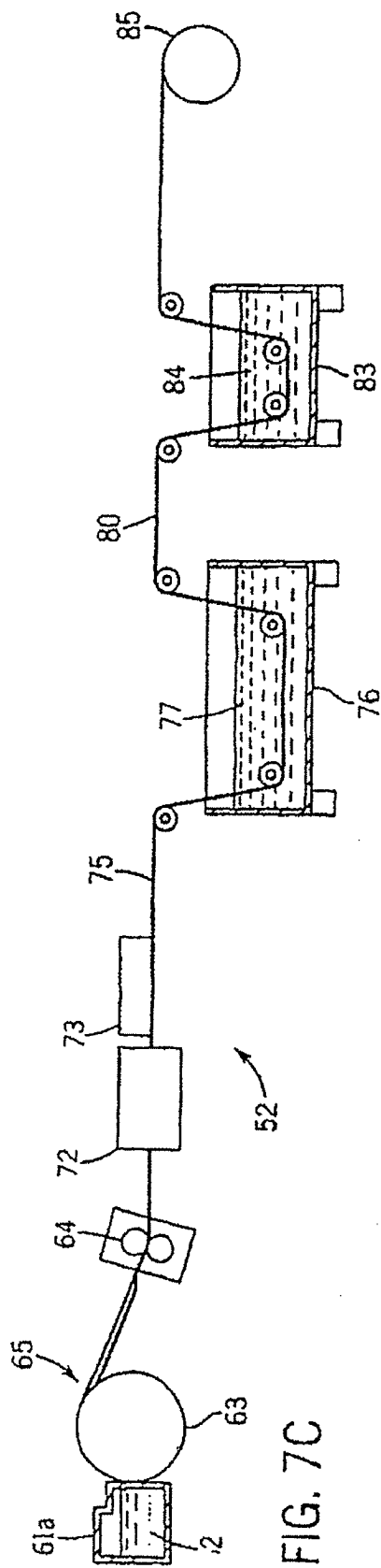


FIG. 6C

STAND DER  
TECHNIK







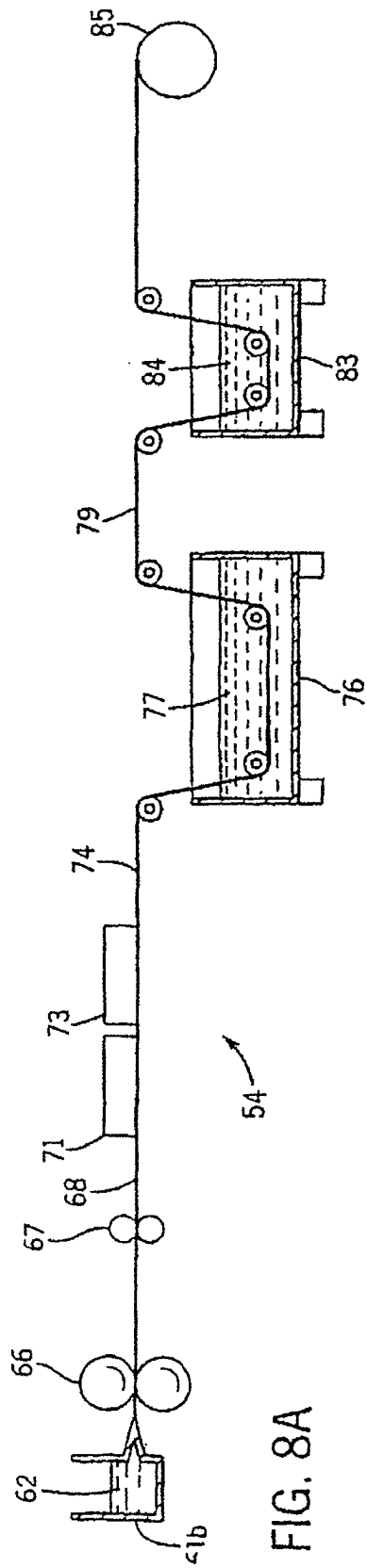


FIG. 8A

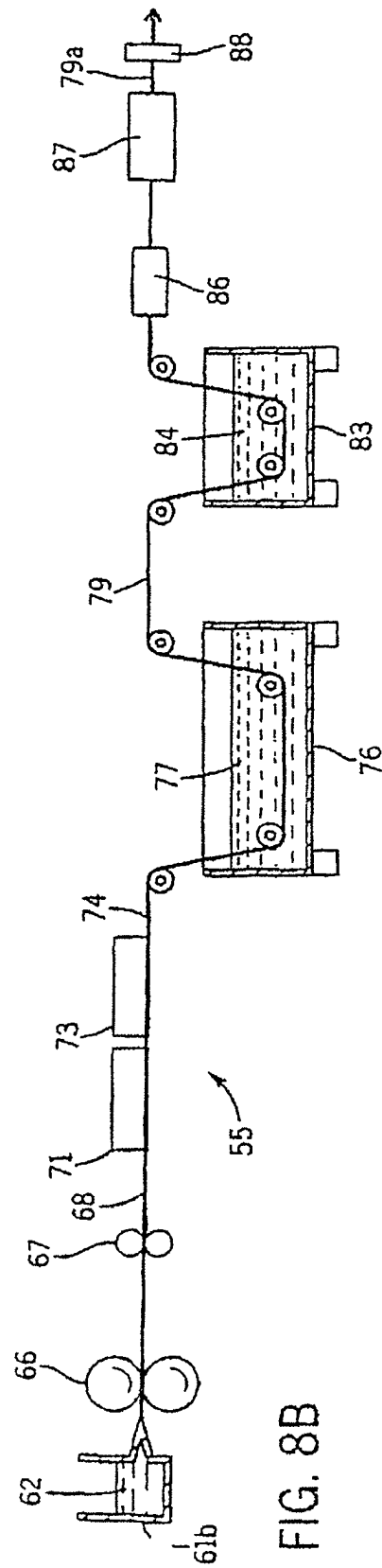


FIG. 8B

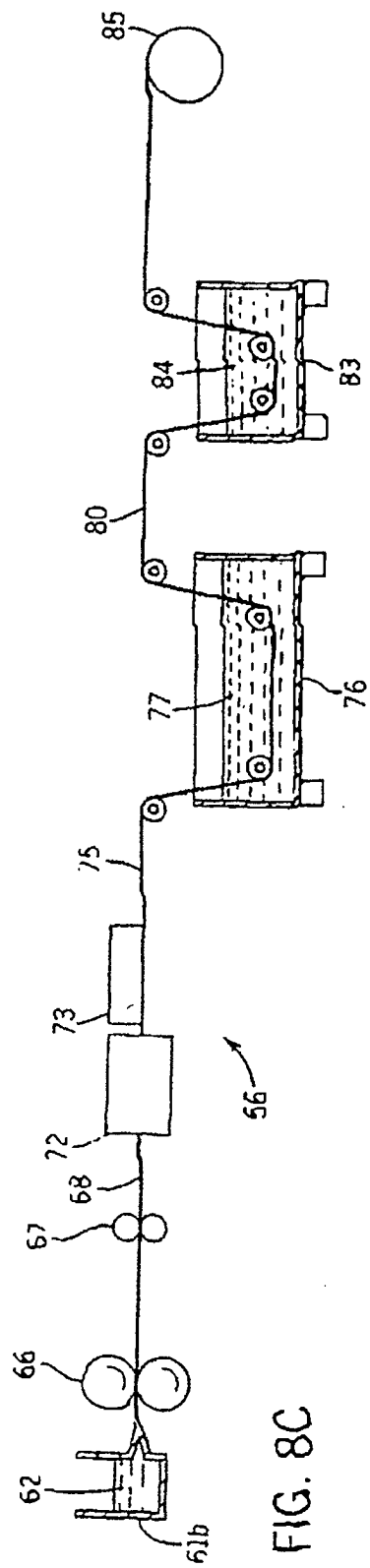


FIG. 8C

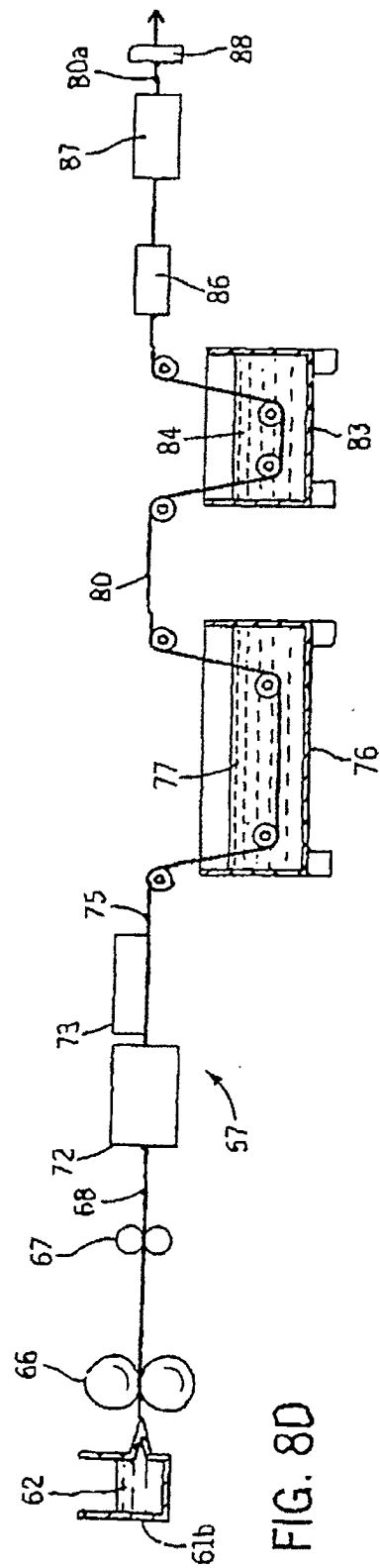


FIG. 8D

