



(10) **DE 10 2013 209 067 A1** 2014.11.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 209 067.6**

(22) Anmeldetag: **16.05.2013**

(43) Offenlegungstag: **20.11.2014**

(51) Int Cl.: **H01M 4/13 (2010.01)**

**H01M 4/134 (2010.01)**

**H01M 2/14 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE;**  
**Samsung SDI Co., Ltd., Yongin, Kyonggi, KR**

(72) Erfinder:  
**Kohlberger, Markus, 70174 Stuttgart, DE**

(74) Vertreter:  
**Gulde & Partner Patent- und**  
**Rechtsanwaltskanzlei mbB, 10179 Berlin, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

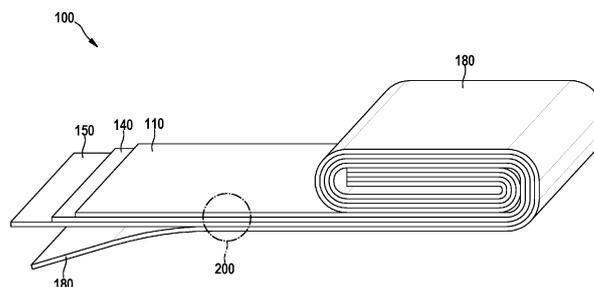
**DE 10 2005 038 351 A1**  
**DE 10 2009 020 271 A1**  
**US 6 187 061 B1**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Batteriezelle mit einem Elektrodenensemble sowie eine Batterie und ein Kraftfahrzeug mit der Batteriezelle**

(57) Zusammenfassung: Es werden eine Batteriezelle (300), eine Batterie mit der erfindungsgemäßen Batteriezelle (300) sowie ein Kraftfahrzeug mit der erfindungsgemäßen Batterie offenbart, wobei die Batteriezelle (300) ein Zellgehäuse (301) und ein im Zellgehäuse (301) angeordnetes Elektrodenensemble (100, 400) umfasst. Dabei ist das Elektrodenensemble (100, 400) derart ausgeführt, dass das Elektrodenensemble (100, 400) zwei unterschiedliche galvanische Elemente (201, 202) aufweist, wobei das erste galvanische Element (201) eine höhere Leistungsdichte oder eine höhere Energiedichte aufweist als das zweite galvanische Element (202). Erfindungsgemäß weist dabei mindestens eine erste Elektrode (291) des Elektrodenensembles (100, 400) auf gegenüberliegenden Oberflächen der ersten Elektrode (291) unterschiedliche galvanisch aktive Schichten (110, 230) auf.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Batteriezelle mit einem Zellgehäuse und einem im Zellgehäuse angeordneten Elektrodenensemble.

**[0002]** Ferner betrifft die Erfindung eine Batterie mit der erfindungsgemäßen Batteriezelle sowie ein Kraftfahrzeug mit der Batterie.

## Stand der Technik

**[0003]** Bei Hybrid-, Plug-In-Hybrid- und Elektrofahrzeugen kommen Lithium-Ionen-Batterien zum Einsatz, um die nötige Energie für das Betreiben des Elektromotors, welcher den Antrieb unterstützt bzw. als Antrieb dient, zu speichern.

**[0004]** Lithium-Ionen-Zellen zeichnen sich unter anderem aus durch eine hohe Energiedichte und eine äußerst geringe Selbstentladung. Lithium-Ionen-Zellen besitzen mindestens eine positive und eine negative Elektrode (Kathode und Anode), welche Lithium-Ionen (Li<sup>+</sup>) reversibel einlagern (Interkalation) und wieder auslagern (Deinterkalation) können.

**[0005]** Bei der Elektrodenbeschichtung wird das Aktivmaterial der Elektrode als Suspension (Slurry) auf die Trägerfolien der Elektroden aufgebracht. Bei der Anode wird üblicherweise Wasser, bei der Kathode wird üblicherweise N-Methyl-2-pyrrolidon (NMP) als Lösungsmittel verwendet.

**[0006]** Die Schichtdicke des Elektrodenaktivmaterials, das auf die dünne Folie aufgebracht wird, beträgt je nach Auslegung der Zellen zwischen etwa 20 µm und 200 µm. Für Hochenergiezellen (Elektrofahrzeug) ist die Schicht dicker, für Hochleistungszellen (Hybridfahrzeug) ist die Schicht dünner. Die mit der Suspension beschichtete Elektrode wird direkt nach der Beschichtung in einem Trockenofen behandelt, damit das Lösungsmittel aus dem Aktivmaterial ausdampfen kann. Die Trockenöfen weisen – abhängig von der Produktionsgeschwindigkeit bei der Herstellung der Elektroden – üblicherweise eine Länge von 10 m bis zu 30 m auf. Nach der Trocknung der zunächst einseitigen Beschichtung wird die Schichtdicke des Aktivmaterials gemessen. Anschließend an die Beschichtung der ersten Seite wird die zweite Seite der Trägerfolie beschichtet und getrocknet, wobei dann wieder eine Kontrolle der Schichtdicke der getrockneten Elektrode erfolgt.

**[0007]** Diese Vorgehensweise ist bekannt bei der Fertigung von Lithium-Ionen-Batteriezellen sowohl für den Einsatz im Consumer- als auch für den Einsatz im Automotive-Bereich.

**[0008]** Die Beschichtung der Elektrode erfolgt über Spritzköpfe, welche z. B. Schlitzdüsen besitzen. Üb-

licherweise werden mehrere Bahnen parallel auf die Folie aufgetragen. Hierbei wird ein Beschichtungskopf mit einer Massenverteilungskammer durch eine Schablone entsprechend aufgeteilt. Übliche Rollenbreiten sind 660 mm. Die Beschichtungsbreiten variieren von 15 cm bis 30 cm.

**[0009]** In der Praxis werden zum Teil Hochenergiezellen mit Doppelschichtkondensatoren kombiniert. Die Doppelschichtkondensatoren dienen hierbei zum kurzfristigen Bereitstellen von Leistung, beispielsweise bei einer Beschleunigung des Fahrzeugs.

**[0010]** Die Hochenergiezellen dienen zur Energiespeicherung für eine entsprechende Reichweite. Dies erfordert entsprechende aufwendige Verschaltungen im Energiespeicher.

**[0011]** Aus dem Blei-Säure-Batteriebereich sind galvanische Elemente bekannt, die einen Kondensator und eine klassische Batterie in Form eines 3-Elektrodensystems in einem Gehäuse kombinieren.

**[0012]** Aus den Dokumenten DE 10 2005 038 351 A1 und DE 10 2009 020 271 A1 sind Energiespeicher bekannt, bei denen eine Batterie mit einem Doppelschichtkondensator kombiniert wird.

## Offenbarung der Erfindung

**[0013]** Erfindungsgemäß wird eine Batteriezelle zur Verfügung gestellt, welche ein Zellgehäuse und ein im Zellgehäuse angeordnetes Elektrodenensemble umfasst. Dabei ist das Elektrodenensemble derart ausgeführt, dass das Elektrodenensemble zwei unterschiedliche galvanische Elemente aufweist. Das erste galvanische Element weist eine höhere Leistungsdichte oder eine höhere Energiedichte auf als das zweite galvanische Element. Mindestens eine erste Elektrode des Elektrodenensembles weist auf gegenüberliegenden Oberflächen der ersten Elektrode unterschiedliche galvanisch aktive Schichten auf.

**[0014]** Die zwei gegenüberliegenden Oberflächen der Elektrode sind – mit anderen Worten ausgedrückt – die zwei gegenüberliegenden Beschichtungsseiten der Elektrode.

**[0015]** Aktivmaterialien auf der Kathodenseite bestehen aus oder weisen auf beispielsweise Lithium-Nickel-Cobalt-Mangan-Oxid (NCM), Lithiumeisenphosphat (LFP), Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium-Oxid (NCA) oder Lithium-Mangan-Spinell (LMO), wobei sich die Beschichtungen beider Kathodenseiten bezüglich der Dicke, Korngröße und Anteil des Aktivmaterials in der Mischung unterscheiden können.

**[0016]** Aktivmaterial auf einer mit höherer Energiedichte ausgeführten Kathodenseite weist eine Dicke von vorzugsweise zwischen 56 µm und 114 µm, bevorzugt zwischen 72 µm und 89 µm, bevorzugter zwischen 76 µm und 84 µm, und noch bevorzugter zwischen 79 µm und 81 µm auf, wobei das Aktivmaterial einen Anteil von vorzugsweise zwischen 91,2 % und 99 %, bevorzugt zwischen 92,2 % und 97,9 %, bevorzugter zwischen 93,1 % und 96,9 %, und ebenfalls bevorzugt zwischen 94,1 % und 96 % an Lithium-Nickel-Cobalt-Mangan-Oxid aufweist und der prozentuale Rest Binder und Leitruß umfasst, wobei das Aktivmaterial eine Dichte von vorzugsweise zwischen 2,61 g/cm<sup>3</sup> und 3,22 g/cm<sup>3</sup>, bevorzugt zwischen 2,76 g/cm<sup>3</sup> und 3,05 g/cm<sup>3</sup>, bevorzugter zwischen 2,83 g/cm<sup>3</sup> und 2,97 g/cm<sup>3</sup>, und ebenfalls bevorzugt zwischen 2,86 g/cm<sup>3</sup> und 2,94 g/cm<sup>3</sup> aufweist.

**[0017]** Dagegen weist das Aktivmaterial auf einer mit höherer Leistungsdichte ausgeführten Kathodenseite eine Dicke von vorzugsweise zwischen 36 µm und 44,4 µm, bevorzugt zwischen 38 µm und 42,1 µm, bevorzugter zwischen 39,2 µm und 40,8 µm, und ebenfalls bevorzugt zwischen 39,6 µm und 40,4 µm auf, wobei das Aktivmaterial einen Anteil von vorzugsweise zwischen 85,5 % und 94,7 %, bevorzugt zwischen 87,3 % und 92,8 %, bevorzugter zwischen 88,2 % und 91,8 %, und ebenfalls bevorzugt zwischen 89,1 % und 90,9 % einer Mischung aus gleichen Anteilen von Lithium-Nickel-Cobalt-Mangan-Oxid und Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium-Oxid aufweist und der prozentuale Rest Binder und Leitruß umfasst, wobei das Aktivmaterial eine Dichte von vorzugsweise zwischen 2,25 g/cm<sup>3</sup> und 2,78 g/cm<sup>3</sup>, bevorzugt zwischen 2,38 g/cm<sup>3</sup> und 2,63 g/cm<sup>3</sup>, bevorzugter zwischen 2,44 g/cm<sup>3</sup> und 2,56 g/cm<sup>3</sup>, und ebenfalls bevorzugt zwischen 2,47 g/cm<sup>3</sup> und 2,53 g/cm<sup>3</sup> aufweist.

**[0018]** Beim galvanischen Element erfolgt die Gewinnung elektrischer Energie immer durch eine chemische Umwandlung des Elektrodenmaterials, eine Redoxreaktion, also Oxidation der einen Elektrode und Reduktion der anderen Elektrode. Ebenso ist eine messbare elektrische Spannung beim galvanischen Element weitgehend unabhängig vom Ladungszustand des galvanischen Elements – im Gegensatz zu einer Ladekurve bei einem Pseudokondensator, dessen Kapazität aus einer elektrochemischen Reaktion stammt und bei dem sich elektrische Spannung und Ladung proportional zueinander verhalten.

**[0019]** Unter einem galvanischen Element im Sinne der Erfindung kann demnach weder ein Doppelschichtkondensator, ein Superkondensator, ein Ultrakondensator, ein Lithium-Ionen-Kondensator, ein Hybridkondensator, noch ein Pseudokondensator verstanden werden.

**[0020]** Eine galvanische Hochleistungszelle weist ein deutlich kleineres Produkt aus der Multiplikation von gravimetrischer Kapazitätsdichte und elektrischem Innenwiderstand auf als eine galvanische Hochenergiezelle. Dabei ist die gravimetrische Kapazitätsdichte der Quotient aus elektrischer Gesamtkapazität und träger Masse.

**[0021]** Vorteilhaft dabei ist, erfindungsgemäß in einer Batteriezelle die Eigenschaften von Hochleistungszellen und Hochenergiezellen zu kombinieren, also einen niedrigen Innenwiderstand bei gleichzeitig großer Kapazitätsdichte zu erhalten. Durch die unterschiedliche Beschichtung des Elektrodenensembles kann die Energie- und Leistungsdichte besser an die entsprechende Anwendung angepasst werden.

**[0022]** Vorzugsweise ist das Elektrodenensemble derart aufgebaut, dass auf die mit einer galvanisch aktiven Schicht bedeckten Oberflächen der ersten Elektrode jeweils eine galvanisch aktive Schicht einer zweiten Elektrode folgt, wobei die galvanisch aktiven Schichten der ersten Elektrode und die galvanisch aktiven Schichten der zweiten Elektrode jeweils durch einen Separator getrennt voneinander vorliegen, so dass das Elektrodenensemble zwei galvanische Elemente ausbildet, die sich durch ihre jeweiligen galvanisch aktiven Schichten voneinander unterscheiden.

**[0023]** Als Vorteil ergibt sich, dass die erfindungsgemäße Batteriezelle auch eine große volumetrische Kapazitätsdichte aufweist, einen großen Quotienten aus elektrischer Kapazität und Volumen der Batteriezelle.

**[0024]** Besonders bevorzugt umfasst die erste Elektrode eine Metallschicht, die auf einer ersten Oberfläche eine erste galvanisch aktive Schicht und auf der gegenüberliegenden Oberfläche eine zweite galvanisch aktive Schicht aufweist, wobei sich die erste aktive Schicht und die zweite galvanisch aktive Schicht in ihrer Schichtdicke, der Art oder der Zusammensetzung des verwendeten aktiven Materials und/oder im Verhältnis des verwendeten aktiven Materials zu Binder und Leitmaterial voneinander unterscheiden.

**[0025]** Ein daraus resultierender Vorteil ist die Möglichkeit einer optimalen Kombination der positiven Eigenschaften der für die galvanisch aktiven Elektrodenbeschichtungen verwendeten Materialien, da anstatt einer bisher gemischten Beschichtung nun erfindungsgemäß zwei unterschiedliche Beschichtungen realisiert werden können.

**[0026]** In einer besonderen Ausführungsform weist das Elektrodenensemble eine zweite Elektrode auf, die eine Metallschicht umfasst, die auf einer ersten Oberfläche eine dritte galvanisch aktive Schicht und auf der gegenüberliegenden Oberfläche eine vierte

galvanisch aktive Schicht aufweist, wobei sich die dritte galvanisch aktive Schicht und die vierte galvanisch aktive Schicht in ihrer Schichtdicke, der Art oder der Zusammensetzung des verwendeten aktiven Materials und/oder im Verhältnis des verwendeten aktiven Materials zu Binder und Leitmaterial voneinander unterscheiden.

**[0027]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die erste galvanisch aktive Schicht eine Dicke von 35  $\mu\text{m}$ , die zweite galvanisch aktive Schicht eine Dicke von 45  $\mu\text{m}$ , die dritte galvanisch aktive Schicht eine Dicke von 50  $\mu\text{m}$ , und die vierte galvanisch aktive Schicht eine Dicke von 40  $\mu\text{m}$  mit einer Toleranz von  $\pm 3\%$  der jeweiligen Dicke sowie einen für die Dicken der galvanischen Schichten gemeinsamen Skalierungsfaktor  $x$  auf, wobei  $x$  zwischen 0,1 und 10, weiterhin bevorzugt zwischen 0,5 und 2, sowie am meisten bevorzugt zwischen 0,9 und 1,1 beträgt.

**[0028]** Dabei weist die erste galvanisch aktive Schicht eine Dichte von vorzugsweise zwischen 2,00  $\text{g/cm}^3$  und 3,00  $\text{g/cm}^3$ , bevorzugt zwischen 2,25  $\text{g/cm}^3$  und 2,75  $\text{g/cm}^3$ , bevorzugter zwischen 2,38  $\text{g/cm}^3$  und 2,63  $\text{g/cm}^3$  auf. Dagegen weist die zweite galvanisch aktive Schicht eine Dichte von vorzugsweise zwischen 2,20  $\text{g/cm}^3$  und 3,30  $\text{g/cm}^3$ , bevorzugt zwischen 2,48  $\text{g/cm}^3$  und 3,03  $\text{g/cm}^3$ , bevorzugter zwischen 2,61  $\text{g/cm}^3$  und 2,89  $\text{g/cm}^3$  auf. Und die dritte galvanisch aktive Schicht weist eine Dichte von vorzugsweise zwischen 1,00  $\text{g/cm}^3$  und 1,50  $\text{g/cm}^3$ , bevorzugt zwischen 1,13  $\text{g/cm}^3$  und 1,38  $\text{g/cm}^3$ , bevorzugter zwischen 1,19  $\text{g/cm}^3$  und 1,31  $\text{g/cm}^3$  auf, wobei die vierte galvanisch aktive Schicht eine Dichte von vorzugsweise zwischen 0,92  $\text{g/cm}^3$  und 1,38  $\text{g/cm}^3$ , bevorzugt zwischen 1,04  $\text{g/cm}^3$  und 1,27  $\text{g/cm}^3$ , bevorzugter zwischen 1,09  $\text{g/cm}^3$  und 1,21  $\text{g/cm}^3$  aufweist.

**[0029]** Vorteilhaft daran ist, dass das erste galvanische Element, welches die erste und die vierte galvanisch aktive Schicht aufweist, auf Leistungsdichte optimiert wird, indem die Beschichtungen dünn sind, mehr elektrisches Leitmaterial vorhanden ist und die Beschichtungen ein auf Leistung optimiertes Aktivmaterial aufweisen, wogegen das zweite galvanische Element, welches die zweite und die dritte galvanisch aktive Schicht aufweist, auf Energiedichte optimiert wird, indem die Beschichtungen dick sind, weniger elektrisches Leitmaterial vorhanden ist und die Beschichtungen ein auf Energie optimiertes Aktivmaterial aufweisen.

**[0030]** Das Elektrodenensemble kann als Elektrodenwickel ausgeführt sein, wobei der Elektrodenwickel gebildet ist aus der ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode sowie einem ersten Separator und einem zweiten Separator, wobei der erste Separator zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elek-

trode angeordnet ist und der zweite Separator derart auf der ersten Elektrode oder der zweiten Elektrode positioniert ist, dass durch die Wicklung zum Elektrodenwickel zwei unterschiedliche galvanische Elemente gebildet werden.

**[0031]** Die Erfindung bringt als Vorteil hervor, dass ein Ausgleichsstrom zwischen den galvanischen Elementen in der Batteriezelle über kürzere Wege und weniger Übergangsstellen verläuft als – im Gegensatz dazu – bei einer externen Verschaltung von verschiedenen Batteriezellen.

**[0032]** Das Elektrodenensemble kann auch als Elektrodenstapel ausgeführt sein, wobei der Elektrodenstapel eine Mehrzahl von ersten Elektroden und zweiten Elektroden umfasst, die alternierend übereinander angeordnet sind und jeweils durch einen Separator derart getrennt voneinander vorliegen, dass eine Mehrzahl der zwei unterschiedlichen galvanischen Elemente gebildet wird.

**[0033]** Im Sinne einer Leistungsoptimierung erweist sich insbesondere eine Vielzahl von Elektroden als günstig, da somit der resultierende elektrisch leitende Querschnitt der Elektroden vergrößert werden kann.

**[0034]** Vorzugsweise werden die elektrisch gleichpoligen Elektroden, Anoden bzw. Kathoden, innerhalb des Zellgehäuses jeweils in einer Parallelschaltung elektrisch miteinander verbunden und als elektrische Anschlusspole der Batteriezelle aus dem Gehäuse geführt.

**[0035]** Das Zellgehäuse ist vorteilhafterweise ein Metallgehäuse. Ein Metallgehäuse weist vorzugsweise eine Hülle aus Metallblech auf. Als günstig erweist sich, wenn das Metallblech eine an der Außenseite des Zellgehäuses befindliche elektrische Isolierung, vorzugsweise einen Isolationslack, aufweist.

**[0036]** Grundsätzlich kann das Zellgehäuse ein Hardcase-Gehäuse sein und/oder eine prismatische Form aufweisen.

**[0037]** Typischerweise wird eine Öffnung des Zellgehäuses von einer Deckelbaugruppe bedeckt, welche zwei elektrische Anschlusspole und eine Berstöffnung umfasst.

**[0038]** Unter einem Zellgehäuse im Sinne der erfindungsgemäßen Batteriezelle kann dabei nicht bereits ein Gehäuse einer Batterie, welche verschiedene Batteriezellen enthält, verstanden werden, da die erfindungsgemäße Batteriezelle vorzugsweise genau einen Elektrolytraum bildet. Demnach können sich innerhalb einer erfindungsgemäßen Batteriezelle alle galvanischen Elemente innerhalb desselben (stofflich und elektrisch nicht voneinander isolierten) Elektrolyts befinden.

**[0039]** Gemäß einer bevorzugten Variante weist das Zellgehäuse und/oder die Deckelbaugruppe eine rotationssymmetrische Form auf, bei der eine horizontale (parallel einer Ebene des Deckels bzw. einer Ebene der Deckelbaugruppe) Drehung der Batteriezelle um einen rechten Winkel eine gleichartige elektrische und mechanische Anschlussgeometrie hervorbringt, wobei die Deckelbaugruppe zwei elektrische Anschlusspaare aufweist, welche quadratisch um die Deckelbaugruppe, an der Deckelbaugruppe und/oder dem Zellgehäuse angeordnet sind. Dabei ist das erste Anschlusspaar mit dem ersten galvanischen Element verbunden und das zweite Anschlusspaar mit dem zweiten galvanischen Element verbunden.

**[0040]** Gemäß einer vorteilhaften Variante liegen die verschiedenen galvanischen Elemente des Elektrodenensembles miteinander verschaltet vor. Bevorzugt sind die verschiedenen galvanischen Elemente des Elektrodenensembles elektrisch parallel miteinander verschaltet.

**[0041]** Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die verschiedenen galvanischen Elemente des Elektrodenensembles in denselben Elektrolyten eintauchen können, womit Platz gespart wird und eine Abführung von Abwärme verbessert wird, da zusätzliche Isolierungen zwischen verschiedenen galvanischen Elementen entfallen können.

**[0042]** Es ist bevorzugt, dass die Metallschicht der ersten Elektrode Aluminium aufweist oder daraus besteht und/oder die Metallschicht der zweiten Elektrode Kupfer aufweist oder daraus besteht.

**[0043]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform weist die Anode ein natürliches oder ein synthetisches Graphit, vorzugsweise Hardcarbon, bevorzugter auch eine Beimischung von Softcarbon, auf, während die Kathode mindestens ein Lithium-Metall-Oxid, vorzugsweise eine Kombination aus verschiedenen Lithium-Metall-Oxiden, aufweist.

**[0044]** Vorteilhafterweise besitzt die Metallschicht als Trägerfolie eine Foliendicke zwischen 1 µm und 100 µm, bevorzugt zwischen 5 µm und 20 µm, sowie bevorzugter zwischen 8 µm und 12 µm.

**[0045]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Batterie, welche eine erfindungsgemäße Batteriezelle oder mehrere erfindungsgemäße Batteriezellen umfasst.

**[0046]** Vorzugsweise ist die Batterie eine wieder-aufladbare Lithium-Ionen-Batterie. Bevorzugterweise umfasst die erfindungsgemäße Batterie sowohl eine elektrische Serienschaltung als auch eine elektrische Parallelschaltung der erfindungsgemäßen Batteriezellen.

**[0047]** Als Vorteil resultiert eine große elektrische Spannung bei gleichzeitig einem großen möglichen elektrischen Strom, welchen die Batterie zur Verfügung stellen kann.

**[0048]** Die vorliegende Erfindung umfasst auch ein Kraftfahrzeug mit der erfindungsgemäßen Batterie. Vorzugsweise ist die Batterie mit dem Kraftfahrzeug elektrisch und mechanisch verbunden.

**[0049]** Der Vorteil eines Kraftfahrzeuges mit der erfindungsgemäßen Batterie ist eine Verbesserung der Sicherheit bei einer vergleichsweise preisgünstigen Herstellung.

#### Zeichnungen

**[0050]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnungen und der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

**[0051]** Fig. 1 eine dreidimensionale schematische Darstellung eines Elektrodenwickels mit zwei galvanischen Elementen,

**[0052]** Fig. 2 eine zweidimensionale schematische Darstellung einer vergrößerten Ansicht eines Schichtenaufbaus im Detail.

**[0053]** Fig. 3 eine zweidimensionale schematische Darstellung einer Aufsicht auf eine bevorzugte Ausführungsvariante einer Batteriezelle, und

**[0054]** Fig. 4 eine zweidimensionale schematische Darstellung eines Elektrodenstapels.

#### Ausführungsformen der Erfindung

**[0055]** Für ein Element, welches in Funktion und Aufbau einem Element aus einer davor genannten Figur entspricht, wird dasselbe Bezugszeichen verwendet.

**[0056]** Fig. 1 zeigt eine dreidimensionale schematische Darstellung eines Elektrodenwickels **100** mit verschiedenen Schichten, wobei die Perspektive der Fig. 1 lediglich einen Teil der Schichten zur Ansicht bringt, einen anderen Teil der Schichten dagegen verdeckt.

**[0057]** Die Schichtenfolge des Elektrodenwickels **100** von außen nach innen beginnt mit einem zweiten Separator **180** aus einem porösen Material, welches geeignet ist, benachbarte galvanisch aktive Schichten voneinander elektrisch zu isolieren, und ebenso geeignet ist, von einem Elektrolyt durchdrungen zu sein, um einen Ionentransport benachbarter galvanisch aktiver Schichten sicherstellen zu können.

**[0058]** Es folgen weitere Schichten, die in der Darstellung der Fig. 1 nicht sichtbar sind.

[0059] Als nächste sichtbare Schichten folgen eine dritte galvanisch aktive Schicht **150**, direkt gefolgt von einem ersten Separator **140** und weiterhin gefolgt von nicht sichtbaren Schichten.

[0060] Die nächste sichtbare Schicht ist eine erste galvanisch aktive Schicht **110**. Zur besseren Erkennbarkeit ist ein Schichtenaufbau im Detail **200** zur vergrößerten Darstellung in **Fig. 2** vorgesehen.

[0061] **Fig. 2** zeigt eine zweidimensionale schematische Darstellung einer vergrößerten Ansicht eines Schichtenaufbaus im Detail **200**, welcher die Folge der Schichten des Elektrodenwickels **100** aus **Fig. 1** inklusive der in **Fig. 1** nicht dargestellten Schichten wiedergibt.

[0062] Die erste galvanisch aktive Schicht **110** ist mit einer Aluminium-Folie **220** mechanisch und elektrisch verbunden. Die Aluminium-Folie **220** ist wiederum mechanisch und elektrisch mit einer zweiten galvanisch aktiven Schicht **230** verbunden.

[0063] Die erste galvanisch aktive Schicht **110**, die Aluminium-Folie **220** und die zweite galvanisch aktive Schicht **230** bilden gemeinsam eine erste (doppelseitige) Elektrode **291**, welche eine Kathode ist und einen elektrischen Pluspol gemäß einer technischen Stromrichtung aufweist.

[0064] Die dritte galvanisch aktive Schicht **150** ist mit einer Kupfer-Folie **260** mechanisch und elektrisch verbunden. Die Kupfer-Folie **260** ist wiederum mechanisch und elektrisch mit einer vierten galvanisch aktiven Schicht **270** verbunden.

[0065] Die dritte galvanisch aktive Schicht **150**, die Kupfer-Folie **260** und die vierte galvanisch aktive Schicht **270** bilden gemeinsam eine zweite (doppelseitige) Elektrode **292**, welche eine Anode ist und einen elektrischen Minuspol gemäß einer technischen Stromrichtung aufweist.

[0066] Zwischen der zweiten galvanisch aktiven Schicht **230** und der dritten galvanisch aktiven Schicht **150** befindet sich ein erster Separator **140**, wogegen sich zwischen der vierten galvanisch aktiven Schicht **270** und der ersten galvanisch aktiven Schicht **110** der zweite Separator **180** befindet.

[0067] Das elektrochemische Zusammenwirken aus der zweiten galvanisch aktiven Schicht **230**, dem ersten Separator **140** und der dritten galvanisch aktiven Schicht **150** bildet ein erstes galvanisches Element **201**; wogegen das elektrochemische Zusammenwirken aus der vierten galvanisch aktiven Schicht **270**, dem zweiten Separator **180** und der ersten galvanisch aktiven Schicht **110** ein zweites galvanisches Element **202** bildet.

[0068] Eine Schichtdicke der ersten bis vierten galvanisch aktiven Schicht weist – der Reihenfolge nach – die Dicken 35  $\mu\text{m}$ ; 45  $\mu\text{m}$ ; 50  $\mu\text{m}$  und 40  $\mu\text{m}$  auf.

[0069] Eine Schichtdichte der ersten bis vierten galvanisch aktiven Schicht weist – der Reihenfolge nach – die Dichten 2,50  $\text{g/m}^3$ ; 2,75  $\text{g/m}^3$ ; 1,25  $\text{g/m}^3$  und 1,15  $\text{g/m}^3$  auf.

[0070] Demnach ist das erste galvanische Element **201** auf Hochenergie bzw. Energiedichte ausgelegt, was sich in den relativ großen Dicken (45  $\mu\text{m}$  und 50  $\mu\text{m}$ ) der galvanisch aktiven Beschichtung widerspiegelt; während das zweite galvanische Element **202** auf Hochleistung bzw. Leistungsdichte mit relativ kleinen Dicken (35  $\mu\text{m}$  und 40  $\mu\text{m}$ ) optimiert ist.

[0071] **Fig. 3** zeigt eine zweidimensionale schematische Darstellung in einer Aufsicht auf eine Batteriezelle **300** mit einem Zellgehäuse **301**. Das Zellgehäuse **301** weist in einer horizontalen Ebene (einer Parallele zu einer Deckel- oder einer Bodenplatte) eine quadratische Form auf, wobei an jeder von vier Seiten je ein elektrischer Anschlusspol aus dem Zellgehäuse **301** geführt ist.

[0072] Eine innerhalb einer horizontalen Ebene um einen rechten Winkel gedrehte Batteriezelle ermöglicht den Einbau in ein Modul mit rotationssymmetrisch gleichartig ausgebildeten elektrischen wie mechanischen Kontaktelementen ebenso wie eine nicht gedrehte Batteriezelle.

[0073] Vorteilhaft dabei ist, dass durch eine Drehung der Batteriezelle das jeweils gewünschte Anschlusspol-Paar zur Verfügung gestellt werden kann: das Hochenergie-Paar oder das Hochleistungs-Paar.

[0074] Ein erster elektrisch positiver Anschlusspol ist die elektrische und mechanische Verlängerung einer ersten Aluminium-Folie **220**, somit einer ersten Kathode bzw. der ersten Elektrode **291**; wogegen ein zweiter elektrisch positiver Anschlusspol die elektrische und mechanische Verlängerung einer zweiten Aluminium-Folie **320**, somit einer zweiten Kathode bzw. einer dritten Elektrode **391** ist.

[0075] Dabei ist ein erster elektrisch negativer Anschlusspol die elektrische und mechanische Verlängerung einer ersten Kupfer-Folie **260** einer ersten Anode, welche ebenso die zweite Elektrode **292** ist. Dagegen ist ein zweiter elektrisch negativer Anschlusspol die elektrische und mechanische Verlängerung einer zweiten Kupfer-Folie **460** als Teil einer zweiten Anode, welche ebenso eine vierte Elektrode **392** ist.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102005038351 A1 [0012]
- DE 102009020271 A1 [0012]

**Patentansprüche**

1. Batteriezelle (300) umfassend:

- ein Zellgehäuse (301) und
- ein im Zellgehäuse (301) angeordnetes Elektrodenensemble (100, 400),

wobei das Elektrodenensemble (100, 400) derart ausgeführt ist, dass das Elektrodenensemble (100, 400) zwei unterschiedliche galvanische Elemente (201, 202) aufweist, wobei das erste galvanische Element (201) eine höhere Leistungsdichte oder eine höhere Energiedichte aufweist als das zweite galvanische Element (202),

**dadurch gekennzeichnet**, dass

mindestens eine erste Elektrode (291) des Elektrodenensembles (100, 400) auf gegenüberliegenden Oberflächen der ersten Elektrode (291) unterschiedliche galvanisch aktive Schichten (110, 230) aufweist.

2. Batteriezelle (300) nach Anspruch 1, wobei das Elektrodenensemble (100, 400) derart aufgebaut ist, dass auf die mit einer galvanisch aktiven Schicht (230) bedeckten Oberflächen der ersten Elektrode (291) jeweils eine galvanisch aktive Schicht (150) einer zweiten Elektrode (292) folgt, wobei die galvanisch aktiven Schichten (110, 230) der ersten Elektrode (291) und die galvanisch aktiven Schichten (150, 270) der zweiten Elektrode (292) jeweils durch einen Separator (140, 180) getrennt voneinander vorliegen, so dass das Elektrodenensemble (100, 400) zwei galvanische Elemente (201, 202) ausbildet, die sich durch ihre jeweiligen galvanisch aktiven Schichten (110, 230, 150, 270) voneinander unterscheiden.

3. Batteriezelle (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Elektrode (291) eine Metallschicht (220) umfasst, die auf einer ersten Oberfläche eine erste galvanisch aktive Schicht (110) und auf der gegenüberliegenden Oberfläche eine zweite galvanisch aktive Schicht (230) aufweist, wobei sich die erste aktive Schicht (110) und die zweite galvanisch aktive Schicht (230) in ihrer Schichtdicke, der Art oder der Zusammensetzung des verwendeten aktiven Materials und/oder im Verhältnis des verwendeten aktiven Materials zu Binder und Leitmaterial voneinander unterscheiden.

4. Batteriezelle (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Elektrodenensemble (100, 400) eine zweite Elektrode (292) aufweist, die eine Metallschicht (260) umfasst, die auf einer ersten Oberfläche eine dritte galvanisch aktive Schicht (150) und auf der gegenüberliegenden Oberfläche eine vierte galvanisch aktive Schicht (270) aufweist, wobei sich die dritte galvanisch aktive Schicht (150) und die vierte galvanisch aktive Schicht (270) in ihrer Schichtdicke, der Art oder der Zusammensetzung des verwendeten aktiven Materials und/oder im Verhältnis des verwendeten aktiven Materials zu Binder und Leitmaterial voneinander unterscheiden.

5. Batteriezelle (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Elektrodenensemble (100, 400) als Elektrodenwickel (100) ausgeführt ist, wobei der Elektrodenwickel (100) gebildet ist aus der ersten Elektrode (291) und einer zweiten Elektrode (292) sowie einem ersten Separator (140) und einem zweiten Separator (180), wobei der erste Separator (140) zwischen der ersten Elektrode (291) und der zweiten Elektrode (292) angeordnet ist und der zweite Separator (180) derart auf der ersten Elektrode (291) oder der zweiten Elektrode (292) positioniert ist, dass durch die Wicklung zum Elektrodenwickel (100) zwei unterschiedliche galvanische Elemente (201, 202) gebildet werden.

6. Batteriezelle (300) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Elektrodenensemble (100, 400) als Elektrodenstapel (400) ausgeführt ist, wobei der Elektrodenstapel (400) eine Mehrzahl von ersten Elektroden (291) und zweiten Elektroden (292) umfasst, die alternierend übereinander angeordnet sind und jeweils durch einen Separator (140, 180) derart getrennt voneinander vorliegen, dass eine Mehrzahl der zwei unterschiedlichen galvanischen Elemente (201, 202) gebildet wird.

7. Batteriezelle (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die verschiedenen galvanischen Elemente (201, 202) des Elektrodenensembles (100, 400) miteinander verschaltet vorliegen, bevorzugt parallel miteinander verschaltet sind.

8. Batteriezelle (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Metallschicht (220) der ersten Elektrode (291) Aluminium aufweist oder daraus besteht und/oder die Metallschicht (260) der zweiten Elektrode (292) Kupfer aufweist oder daraus besteht.

9. Batterie umfassend eine oder mehrere Batteriezellen (300) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Kraftfahrzeug umfassend eine Batterie gemäß Anspruch 9.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

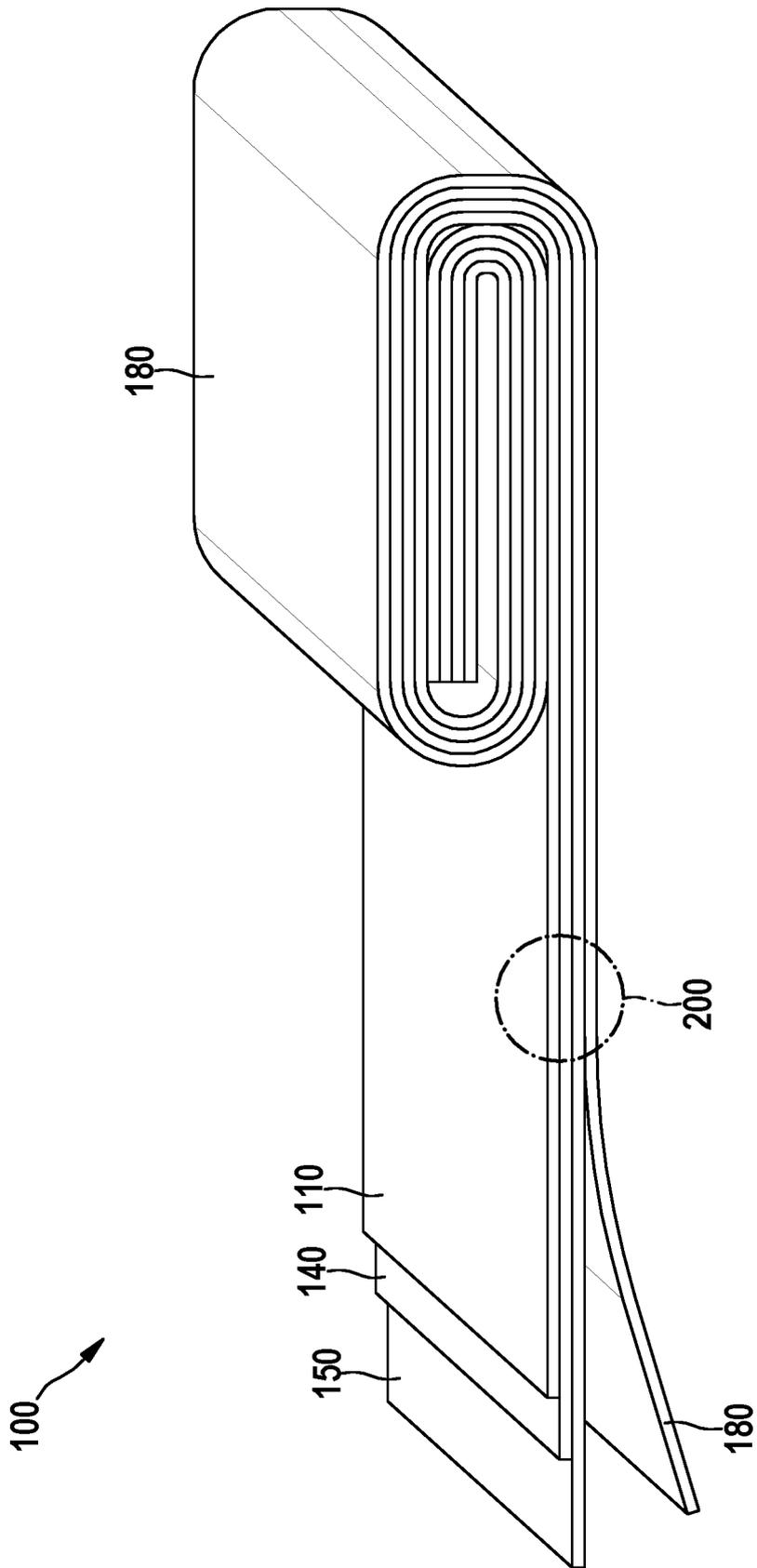


Fig. 1

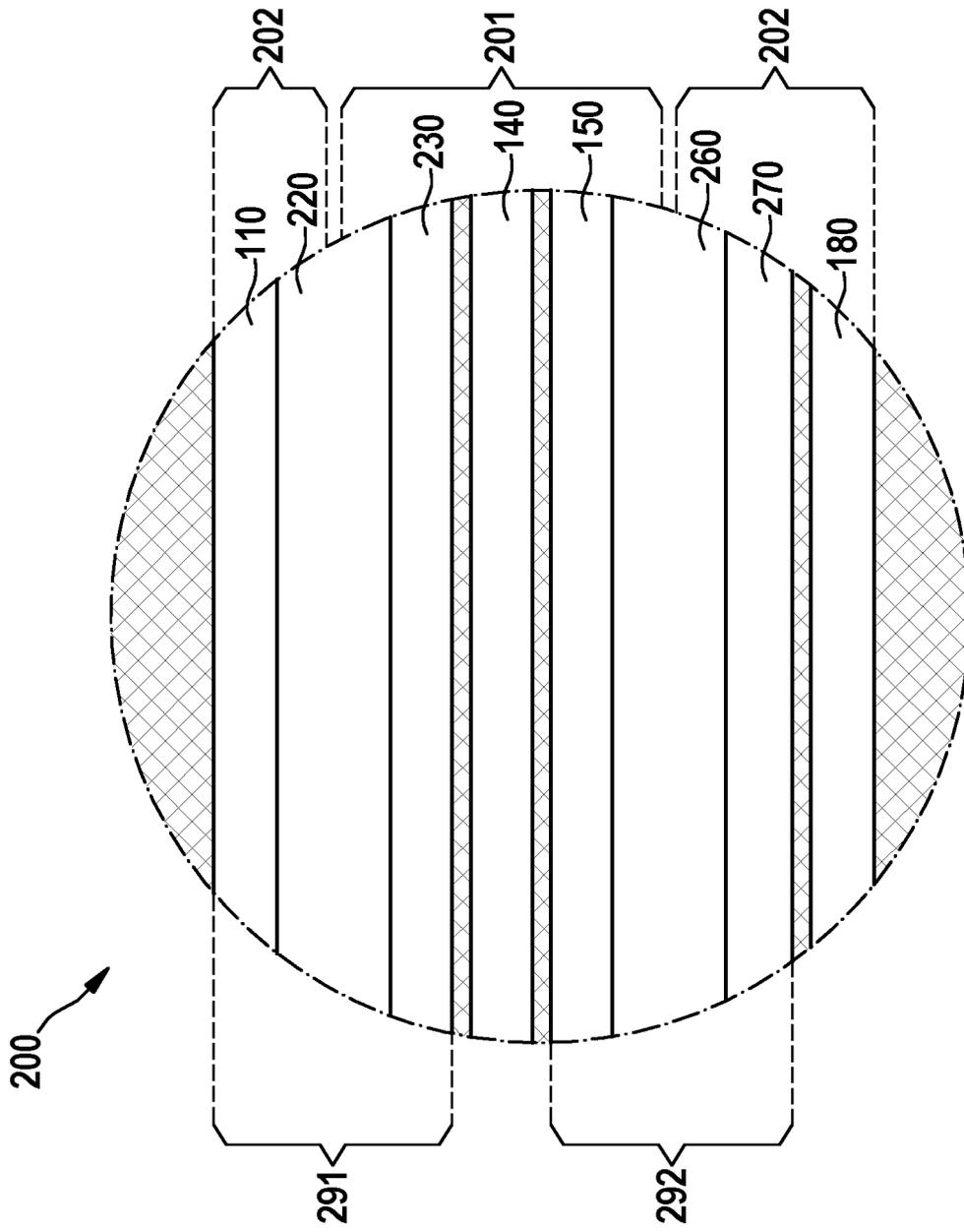
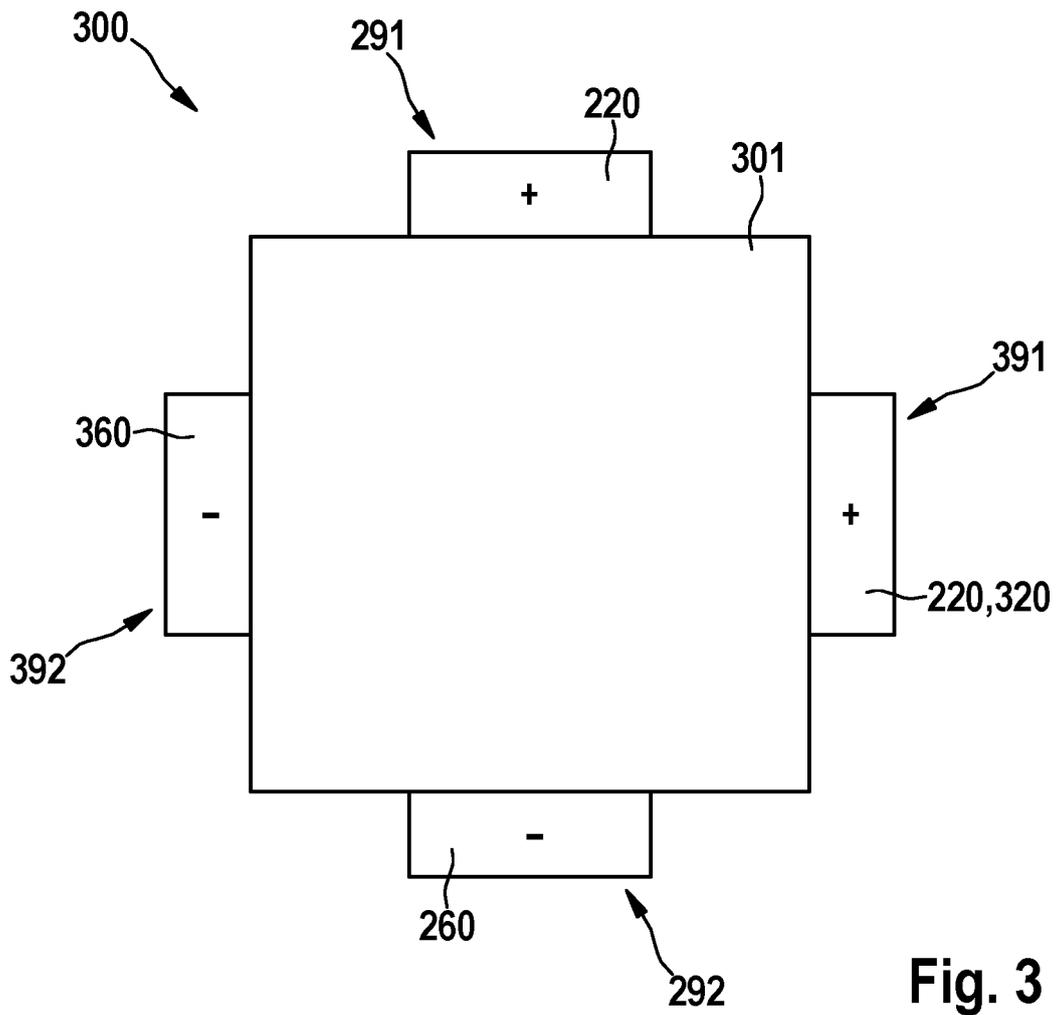


Fig. 2



**Fig. 3**

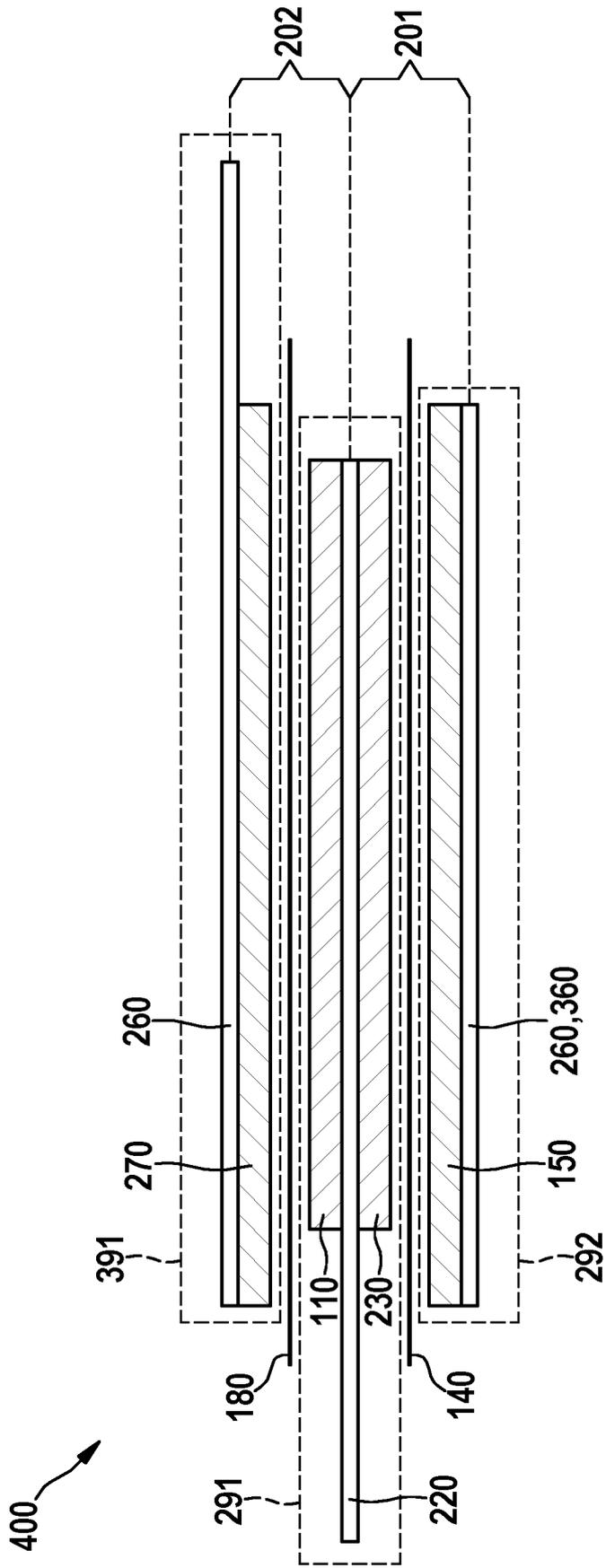


Fig. 4