



(10) **DE 10 2020 116 945 A1** 2021.12.30

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 116 945.0**
 (22) Anmeldetag: **26.06.2020**
 (43) Offenlegungstag: **30.12.2021**

(51) Int Cl.: **H01M 10/04** (2006.01)
H01M 10/058 (2010.01)
H01M 4/64 (2006.01)
H01M 50/10 (2021.01)

(71) Anmelder:
**InvestHG UG (haftungsbeschränkt), 01900
 Großröhrsdorf, DE**

(74) Vertreter:
Herrmann, Gero, Dipl.-Phys., 01328 Dresden, DE

(72) Erfinder:
Gritzka, Holger, 01900 Großröhrsdorf, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

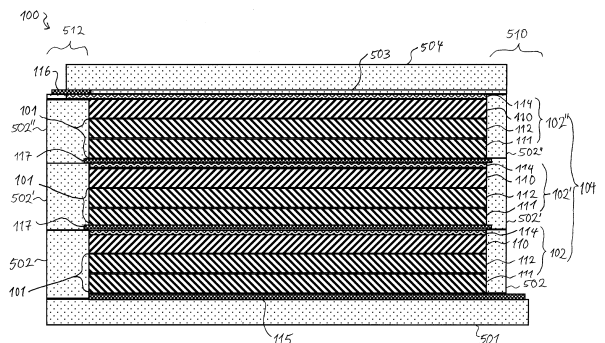
FR	2 690 567	A1
US	2014 / 0 302 373	A1
US	2020 / 0 020 974	A1
US	5 035 965	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Energiespeicher und Verfahren zur Herstellung eines Energiespeichers**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schafft ein Verfahren zur Herstellung eines Energiespeichers (100). Das Verfahren umfasst einen Schritt des Siebdruckens, auf einer Druckauflage, welche zur Auflage eines Zellelements (102, 102', 102'') des Energiespeichers (100) ausgebildet ist, einer Gehäuseseitenwand (502, 502', 502'') des Energiespeichers (100). Ein weiterer Verfahrensschritt besteht im Siebdrucken, auf zumindest einem Abschnitt der Gehäuseseitenwand (502, 502', 502''), einer metallischen Ableiterschicht (116, 117) zur elektrischen Kontaktierung einer oberen Elektroden-schicht (114) des Zellelements (102, 102', 102''). Unter einem weiteren Gesichtspunkt schafft die Erfindung einen Energiespeicher (100), aufweisend ein Zellelement (102, 102', 102'') mit einer oberen Elektroden-schicht (114), eine Gehäuseseitenwand (502, 502', 502''), welche das Zellelement (102, 102', 102'') umgibt, und eine metallische Ableiterschicht (116, 117), welche auf zumindest einen Abschnitt der Gehäuseseitenwand (502, 502', 502'') gedruckt ist und die obere Elektroden-schicht (114) des Zellelements (102, 102', 102'') elektrisch kontaktiert.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Energiespeicher, insbesondere einen Energiespeicher, der eine elektrochemische Zelle enthält. Unter einem weiteren Gesichtspunkt bezieht sich die Erfindung auf ein Herstellungsverfahren für einen derartigen Energiespeicher.

Technischer Hintergrund

[0002] Eine elektrochemische Zelle umfasst eine Kathode, also eine positive Elektrode, eine Anode, also eine negative Elektrode, sowie einen Separator, der die positive Elektrode von der negativen Elektrode trennt. Bei einer konventionellen Batteriezelle sind in einem Gehäuse die positive Elektrode, die negative Elektrode, der Separator und ein flüssiger Elektrolyt aufgenommen, in dem die vorgenannte positive Elektrode, die negative Elektrode und der Separator zumindest teilweise aufgenommen sind. Bei einer Festkörperbatteriezelle ist der Separator mit einem festen Elektrolyten gebildet. Die Anode und Kathode können über Kontakte einen Stromkreis mit einem Verbraucher ausbilden. Eine elektrochemische Zelle kann für Energiespeicher in Form einer Primärbatterie oder einer Sekundärbatterie zum Einsatz kommen. Als Primärbatterie wird eine nicht wiederaufladbare Batterie bezeichnet, die für den einmaligen Gebrauch bestimmt ist. Als Sekundärbatterie oder Akkumulator wird eine Batterie bezeichnet, die wiederaufladbar ist.

[0003] Bei einem bekannten Rolle-zu-Rolle-Nassbeschichtungsverfahren zur Herstellung von Batteriezellen wird eine geringviskose Aufschlämmung mit einem jeweiligen Elektrodenmaterial für die Anode bzw. Kathode jeweils beidseitig und nacheinander auf einem metallischen Ableiter aufgebracht und das Lösungsmittel danach verdampft. Zur Zellaassemblierung werden die so entstandenen Elektrodenrollen dann geschnitten und zusammen mit einem Separator abwechselnd (Anode, Separator, Kathode) solange gestapelt, bis eine gewünschte Kapazität erreicht ist. Danach wird der Stapel elektrisch verbunden und in ein Gehäuse, z.B. einen Folienbeutel, eingepackt. Anschließend wird noch ein flüssiger Elektrolyt eingefüllt und das Gehäuse verschlossen. Die resultierende Zelle hat eine Nominalspannung von ca. 3,2 V, je nach Kathodenmaterial.

[0004] Die US 5 035 965 A offenbart ein Herstellungsverfahren für eine flexible Dünnschichtzelle, bei dem auf einer Lithium-Aluminium-Folie als Material negativer Polarität ein Elektrolytmaterial und auf diesem ein Material positiver Polarität jeweils durch einen Siebdruckvorgang aufgebracht und in einem UV-Kalzinierofen getrocknet wird. Die Viskosität des

in der Siebdruckvorrichtung verwendeten Polymers ist auf etwa 30 Pa s eingestellt. Unter gleichen Bedingungen wird in einem weiteren Siebdruck- und Trockenvorgang ein Ableiter aufgebracht. Die Dünnschichtzeleinheiten werden anschließend zwischen Gehäusematerialien mit Leitungsanschlüssen laminiert, unter Evakuierung fusionsgebondet und in vorbestimmte Größen geschnitten. Eine Mehrschichtstruktur kann hergestellt werden, indem vor dem Aufbringen des Ableiters Lithium-Aluminium-Folie auf das Material positiver Polarität fusionsgebondet wird und das Aufbringen und Trocknen des Elektrolytmaterials und des Materials positiver Polarität wiederholt werden.

[0005] Ein Nachteil der obigen Herstellungsverfahren besteht in der Vielzahl unterschiedlicher Fertigungsschritte, die mittels unterschiedlich spezialisierter Fertigungsvorrichtungen auszuführen sind. Dies bedingt nicht nur eine aufwendig gestaltete Fertigungsanlage, sondern darüber hinaus während des Herstellungsablaufs zeitaufwendige Bewegungen der Zwischenprodukte von einer Fertigungsvorrichtung in die andere.

[0006] Die FR 2 690 567 A1 schlägt ein Herstellungsverfahren für einen elektrochemischen Generator mit einer geringen Dicke von zwischen 10 µm und 100 µm vor, bei dem auf einem Glas-Epoxy-Verbundträger nach- und übereinander ein Kathodenstromableiter, eine Kathode, ein Elektrolytabscheider, eine Anode, ein Anodenstromableiter und ein Verkapselungsmaterial jeweils mittels eines Siebdruckvorgangs aufgebracht werden, gefolgt von dreistündigem Trocknen bei 100 °C unter Primärvakuum nach jeder Schicht. Der Elektrolytabscheider, der Anodenstromableiter und das Verkapselungsmaterial sind seitlich der Kathode und Anode schräg bis auf den Glas-Epoxy-Verbundträger hinabgeführt, wobei außenliegende Abschnitte der Stromableiter vom Verkapselungsmaterial unbedeckt bleiben.

[0007] Bei diesem Verfahren erfolgt die Herstellung zwar mittels einer Abfolge ähnlicher Verfahrensschritte. Es besteht jedoch das Problem, dass bei größerer Höhe der Anodenoberseite über dem Glas-Epoxy-Verbundträger der schräg nach unten verlaufende Anodenableiter nicht nur mehr Metall und seitlichen Bauraum benötigen, sondern aufgrund zunehmend freischwebenden Verlaufs auch an Stabilität einbüßt. Die daraus folgende Beschränkung der Höhe der Anodenoberseite über dem Glas-Epoxy-Verbundträger beschränkt bei gegebenem seitlichen Bauraum auch die erzielbare Kapazität des Energiespeichers, die sich typischerweise proportional zur Dicke insbesondere der Kathode verhält. Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, bei geringgehaltenem Aufwand des Herstellungsverfahrens die bei gegebener seitlicher Ausdehnung erzielbare Kapazität des Energiespeichers zu erhöhen.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Energiespeichers gemäß Patentanspruch 1 wie auch durch einen Energiespeicher gemäß Patentanspruch 8.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst einen Schritt des Siebdruckens, auf einer Druckauflage, welche zur Auflage eines Zellelements des Energiespeichers ausgebildet ist, einer Gehäuseseitenwand des Energiespeichers. Ein weiterer Verfahrensschritt besteht im Siebdrucken, auf zumindest einem Abschnitt der Gehäuseseitenwand, einer metallischen Ableiterschicht zur elektrischen Kontaktierung einer oberen Elektrodenschicht des Zellelements.

[0010] Die Ausdrücke „auf“, „obere“ und „Auflage“ sind in der vorliegenden Beschreibung und den Ansprüchen durchweg bezogen auf eine Druckrichtung des Siebdruckens gemeint, die vorzugsweise, aber nicht notwendigerweise, mit der Richtung der Schwerkraft während der Siebdruckschritte übereinstimmt. So bezeichnet die obere Elektrodenschicht eine Elektrodenschicht des Zellelements, die weiter oben angeordnet ist, als eine andere Elektrodenschicht des Zellelements. Auch sonst beziehen sich im allgemeinen Sprachgebrauch auf die Schwerkraftrichtung bezogene Begriffe wie „oben“, „unten“, „Oberseite“, „Höhe“ oder „neben“ vorliegend stets auf die Druckrichtung. Entsprechend bezieht sich der Begriff „Gehäuseseitenwand“ auf eine Gehäusewand, die eine seitlich weisende Flächennormale hat und sich somit parallel zu der Druckrichtung erstreckt. Mit „Druckauflage“ ist eine Abstützung entgegen der Druckrichtung gemeint, z. B. in Form einer ebenen Tischplatte. In der vorliegenden Beschreibung und den Ansprüchen bedeutet Siebdrucken auf einem Element nicht notwendigerweise, dass das siebgedruckte Material unmittelbar auf dem genannten Element aufgebracht wird, sondern kann auch bedeuten, dass zwischen dem genannten Element und dem siebgedruckten Material ein oder mehrere weitere Elemente angeordnet sind, die von dem genannten Element entgegen der Druckrichtung abgestützt werden. Beispielsweise kann das Siebdrucken der Gehäuseseitenwand auf der Druckauflage auch bedeuten, dass die Gehäuseseitenwand auf einem Gehäuseboden siebgedruckt wird, der auf der Druckauflage aufliegt und von ihr entgegen der Druckrichtung abgestützt wird.

[0011] Das Siebdrucken der Gehäuseseitenwand im ersten Verfahrensschritt ermöglicht, neben dem elektrisch zu kontaktierenden Zellelement, auf gleicher oder nur geringfügig abweichender Höhe mit der oberen Elektrodenschicht des Zellelements eine Oberseite der Gehäuseseitenwand zu schaffen, so dass die obere Elektrodenschicht mittels der im zweiten

Verfahrensschritt auf die Oberseite der Gehäuseseitenwand siebgedruckten metallischen Ableiterschicht elektrisch kontaktiert werden kann, ohne dass die metallische Ableiterschicht hierzu über einen der Dicke des Zellelements entsprechenden Höhenunterschied bis zu einem unteren Ende, wie z. B. einer Trägerplatte, des Energiespeichers geführt werden müsste. Dies ermöglicht, ohne Gefährdung der Stabilität der Kontaktierung das Zellelement dicker auszuführen, um so eine höhere Energiekapazität des Energiespeichers zu erzielen. Da somit auch eine Schrägführung der metallischen Ableiterschicht über den genannten Höhenunterschied überflüssig ist, kann nicht nur das benötigte Material für die metallische Ableiterschicht, sondern auch der benötigte seitliche Bauraum verringert werden. Da beide Verfahrensschritte Siebdruckvorgänge sind, werden sie mit einer Vorrichtung ausgeführt, die auch für die Bildung weiterer Elemente des Energiespeichers wie z. B. Elektroden verwendbar ist. Dies ermöglicht den Verfahrensaufwand geringzuhalten.

[0012] Unter einem weiteren Gesichtspunkt schafft die Erfindung einen Energiespeicher, aufweisend ein Zellelement mit einer oberen Elektrodenschicht, eine Gehäuseseitenwand, welche das Zellelement umgibt, und eine metallische Ableiterschicht, welche auf zumindest einen Abschnitt der Gehäuseseitenwand gedruckt ist und die obere Elektrodenschicht des Zellelements elektrisch kontaktiert.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens erfolgt das Siebdrucken der metallischen Ableiterschicht auf im Wesentlichen der gesamten oberen Elektrodenschicht. Hierdurch wird ein besonders guter elektrischer Kontakt ermöglicht und zugleich die obere Elektrodenschicht, die z. B. ein Alkalimetall wie Lithium oder Natrium aufweisen kann, vor Korrosion geschützt. Vorzugsweise erstreckt das Siebdrucken der metallischen Ableiterschicht sich auf einen die obere Elektrodenschicht ringförmig umgebenden Abschnitt der Gehäuseseitenwand. Dies ermöglicht einen besonders dichten Abschluss mit der Gehäuseseitenwand, um Verluste gering zu halten und einen ionischen Strom zwischen dem Zellelement und z. B. einem weiteren Zellelement des Energiespeichers zu unterdrücken.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner einen Schritt des Siebdruckens, auf der metallischen Ableiterschicht, einer unteren Elektrodenschicht eines weiteren Zellelements des Energiespeichers, so dass die untere Elektrodenschicht des weiteren Zellelements elektrisch mit der oberen Elektrodenschicht verbunden ist. Dies ermöglicht, den Energiespeicher mit einem Zellstapel herzustellen, der eine Mehrzahl elektrisch in Reihe geschalteter Zellelemente umfasst, um so eine höhere elektrische Spannung des Energiespeichers bereitzustellen.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner einen Schritt des Siebdrucks, auf der Gehäuseseitenwand, einer weiteren Gehäuseseitenwand des Energiespeichers. Dies ermöglicht, auf einfache Weise durch Wiederholen gleicher Schritte einen Energiespeicher mit einer beliebigen gewünschten Anzahl von Zellelementen herzustellen.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner einen Schritt des Siebdrucks, auf der metallischen Ableiterschicht, eines Gehäusedeckels des Energiespeichers derart, dass neben dem Gehäusedeckel ein Kontaktierungsabschnitt der metallischen Ableiterschicht freiliegt. Dies ermöglicht, den Energiespeicher an dem Kontaktierungsabschnitt elektrisch mit äußeren Schaltkreisen zu verbinden, wobei aufgrund der Ausbildung der metallischen Ableiterschicht auf der Gehäuseseitenwand gegebenenfalls schädlicher Druck auf das Zellelement vermieden werden kann.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner einen Schritt des Siebdrucks, auf der Druckauflage, eines Gehäusebodens des Energiespeichers. Dies ermöglicht eine besonders effiziente Herstellung des Energiespeichers, da z. B. Verfahrensschritte und entsprechende Vorrichtungen zum Zuschneiden einer Trägerplatte entfallen können.

Figurenliste

[0018] Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren und der erfindungsgemäße Energiespeicher anhand einiger Ausführungsbeispiele dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht eines Energiespeichers gemäß einer Ausführungsform,

Fig. 2 eine schematische angeschnittene Vorderansicht einer Siebdruckvorrichtung beim Siebdrucken einer ersten Elektrodensteilschicht des Energiespeichers aus **Fig. 1**,

Fig. 2A eine ausschnittshafte Vergrößerung der Elektrodensteilschicht aus **Fig. 2**,

Fig. 3 die Vorrichtung aus **Fig. 2** beim Ausbilden einer zweiten Elektrodensteilschicht des Energiespeichers,

Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform zur Herstellung eines Energiespeichers gemäß einer Ausführungsform,

Fig. 5A-S schematische Querschnittsansichten von Schritten eines Verfahrens, gemäß einer Ausführungsform, zur Herstellung eines Ener-

giespeichers gemäß einer Ausführungsform, zu sehen in **Fig. 5R**, und

Fig. 6 eine schematische Querschnittsansicht eines Energiespeichers gemäß einer Ausführungsform.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

[0019] In den Zeichnungen sind, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, gleiche oder äquivalente Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0020] **Fig. 1** zeigt, in einer schematischen Querschnittsansicht, einen Energiespeicher **100**, der z. B. als eine Primär- oder Sekundärbatterie ausgebildet sein kann. Der Energiespeicher **100** umfasst ein elektrochemisches Zellelement **102**. Das Zellelement **102** ist ein flächenhaft ausgedehnter, aus mehreren Schichten **110**, **111**, **112**, **114** aufgebauter Schichtkörper, der eine erste Elektrodensteilschicht **101** und eine zweite Elektrodensteilschicht **114** aufweist. Zwischen der ersten Elektrodensteilschicht **101** und der zweiten Elektrodensteilschicht **114** befindet sich eine Separatorschicht **110** aus einem Festelektrolytmaterial.

[0021] Die erste Elektrodensteilschicht **101** besteht aus einer an die Separatorschicht **110** angrenzenden zweiten Elektrodensteilschicht **112** und eine an die von der Separatorschicht **110** abgewandte Seite der zweiten Elektrodensteilschicht **112** angrenzende erste Elektrodensteilschicht **111**. Die zweite Elektrodensteilschicht **112** ist dünner als die erste Elektrodensteilschicht **111**. Beispielsweise weist die erste Elektrodensteilschicht **111** eine Dicke von 150 µm auf, während die zweite Elektrodensteilschicht **112** eine Dicke von 150 µm aufweist. Beide Elektrodensteilschichten **111**, **112** weisen ein aktives Material auf, welches geeignet ist, als Elektronendonator oder Ionendonator oder als Elektronenrezeptor oder Ionenrezeptor zu wirken. Insbesondere können während des Entladungsvorgangs des Energiespeichers **100** Elektronen durch eine chemische Reaktion in dem aktiven Material freigesetzt werden. Insbesondere können während eines Ladungsvorgangs des Energiespeichers **100** Elektronen oder Ionen durch eine chemische Reaktion in dem aktiven Material gebunden werden. Insbesondere kann es sich bei den chemischen Reaktionen um elektrochemische Reaktionen handeln. Die chemischen Reaktionen können reversibel ablaufen, je nachdem, ob der Energiespeicher entladen wird, um elektrische Energie bereitzustellen oder der Energiespeicher für die spätere Bereitstellung von elektrischer Energie aufgeladen wird. Die zweite Elektrodensteilschicht **112** enthält eine Beimischung des in der Separatorschicht **110** verwendeten Festelektrolytmaterials, so dass sie eine größere Ionenleitfähigkeit als die erste Elektrodensteilschicht **111**, jedoch eine geringere als die Separatorschicht **110** aufweist. Hierdurch ergibt sich ein abfallender Konzentrationsgradient an ionischem Leiter von der

Separatorschicht **110** über die zweite Elektrodensteilschicht **112** zur ersten Elektrodensteilschicht **111**, zugleich mit einem umgekehrten Konzentrationsgradienten an elektrischem Leiter.

[0022] Das Zellelement **102** ist von einer in seitlicher Richtung rings um das Zellelement **102** verlaufenden Gehäusesseitenwand **502** aus Polyethylen oder einem anderen geeigneten elektrischen Isolator umgeben. An der der zweiten Elektrodensteilschicht **112** abgewandten Seite der ersten Elektrodensteilschicht **111** ist eine erste metallische Ableiterschicht **115** gebildet, die sich über die gesamte untere Fläche der ersten Elektrodensteilschicht **111** sowie der Gehäusesseitenwand **502** erstreckt. Die zweite Elektrodensteilschicht **114** weist ein metallisches Material, z. B. ein Alkalimetall wie Lithium oder Natrium auf. An der der Separatorschicht **110** abgewandten Seite der zweiten Elektrodensteilschicht **114** ist eine zweite metallische Ableiterschicht **116** gebildet, die sich über die gesamte obere Fläche der zweiten Elektrodensteilschicht **114** sowie der Gehäusesseitenwand **502** erstreckt. Die im Außenraum zugänglichen Seiten der metallischen Ableiterschichten **115**, **116** bilden elektrische Anschlüsse des Energiespeichers **100**, um dem Energiespeicher **100** elektrische Energie zu entnehmen oder, je nach Typ, zur Aufladung zuzuführen. Insbesondere innerhalb eines ersten Kontaktierbereichs **512** und eines zweiten Kontaktierbereichs **510**, die auf einem zu diesem Zweck verdickten Abschnitt der Gehäusesseitenwand **502** eingerichtet sind, lassen sich die ersten metallischen Ableiterschicht **115** und die zweiten metallischen Ableiterschicht **116** von oben und unten elektrisch kontaktieren, ohne das Zellelement **102** zu beeinträchtigen, da mechanische Belastungen in die Gehäusesseitenwand **502** abgeleitet werden.

[0023] Fig. 2 zeigt eine Siebdruckvorrichtung **212** zur Herstellung der ersten Elektrodensteilschicht **101** eines Energiespeichers **100** gemäß Fig. 1. Die Siebdruckvorrichtung **212** umfasst eine Druckauflage **210**, wobei die Druckauflage **210** zur Auflage eines Zellelements **102** (siehe Fig. 1) oder eines mehrere Zellelemente **102** umfassenden Zellstapels **104** (vgl. Fig. 6) des Energiespeichers **100** ausgebildet ist. Die Siebdruckvorrichtung **212** umfasst ein Drucksieb **200**, welches eine Vielzahl von Sieböffnungen **202** aufweist. Die Siebdruckvorrichtung **212** umfasst ferner eine erste Auftragsvorrichtung **221** enthaltend eine erste Paste **121** und eine zweite Auftragsvorrichtung **222** enthaltend eine zweite Paste **122**, mittels derer die Pasten **121**, **122** auf das Drucksieb **200** auftragbar sind. Eine Streichvorrichtung **214** mit einer über das Drucksieb **200** streichbaren Rakel **215** ist zum Streichen der Pasten **121**, **122** über das Drucksieb **200** und durch die Sieböffnungen **202** in Richtung der Druckauflage **210** ausgebildet.

[0024] Die erste Paste **121** und die zweite Paste **122** weisen beide ein identisches aktives Material auf, welches geeignet ist, als Elektronendonator oder Ionendonator oder als Elektronenrezeptor oder Ionenrezeptor zu wirken. Die zweite Paste **122** ist darüber hinaus mit einem Anteil von z. B. 10% porösen Separatormaterials versetzt. Beide Pasten enthalten einen Binder mit einem Epoxidharz und Essigsäurediethylenglycolmonobutyletherester als Lösungsmittel. Die Zusammensetzung der ersten Paste **121** ist derart gewählt, dass ihre Ruheviskosität 250 Pa s und ihre Scherviskosität 50 Pa s beträgt. Der Lösungsmittelgehalt der zweiten Paste **122** ist höher als der Lösungsmittelgehalt der ersten Paste **121** und derart gewählt, dass die zweite Paste **122** eine Ruheviskosität von 100 Pa s aufweist.

[0025] Nachfolgend soll anhand des Fig. 4 gezeigten Flussdiagramms unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis Fig. 3 ein Verfahren zur Herstellung eines Energiespeichers **100** gemäß Fig. 1 mit Hilfe der Siebdruckvorrichtung **212** aus Fig. 2 erläutert werden. Das Verfahren beginnt mit Schritt **400**, in dem eine erste metallische Ableiterschicht **115**, die z. B. aus Nickel besteht, auf der Druckauflage **210** der Siebdruckvorrichtung **212** angeordnet wird. Dieser Schritt kann wahlweise mittels eines Siebdruckvorgangs oder auf andere Weise, z. B. durch Bereitstellen einer kommerziell erhältlichen Nickelfolie erfolgen.

[0026] In Schritt **401** wird durch Siebdrucken mit der ersten Paste **121** auf der ersten metallischen Ableiterschicht **115** die erste Elektrodensteilschicht **111** des Energiespeichers **100** ausgebildet. Hierzu wird mittels der ersten Auftragsvorrichtung **221** eine geeignete Menge der ersten Paste **121** auf das Drucksieb **200** aufgetragen. Anschließend wird, wie in Fig. 2 gezeigt, mittels der Rakel **215** der Streichvorrichtung **214** die aufgetragene erste Paste **121** derart waagrecht über das Drucksieb **200** und zugleich senkrecht durch die Sieböffnungen **202** in Richtung der Druckauflage **210** gestrichen, dass auf der ersten metallischen Ableiterschicht **115** die erste Elektrodensteilschicht **111** ausgebildet wird.

[0027] In Schritt **402** wird die erste Elektrodensteilschicht **111** durch Wärmebestrahlung über 6 min getrocknet. Aufgrund der hohen Viskosität der ersten Paste **121** weist die erste Elektrodensteilschicht **111** nach dem Trocknen **402** eine nahezu quaderförmige Gestalt mit einer Überhöhung **301** des Randes von weniger als 1 µm und einem Kantenwinkel **300** von weniger als 1° auf.

[0028] In Verzweigungsschritt **403** wird festgestellt, ob eine weitere Elektrodensteilschicht siebgedruckt werden soll. Da dies vorliegend der Fall ist („J“), wird nach Schritt **401** zurückverzweigt. In Schritt **401** wird nun durch Siebdrucken mit der zweiten Paste **122** auf der ersten Elektrodensteilschicht **111** die zweite Elek-

trodententeilschicht **112** des Energiespeichers **100** ausgebildet. Hierzu wird mittels der zweiten Auftragsvorrichtung **222** eine geeignete Menge der zweiten Paste **122** auf das Drucksieb **200** aufgetragen. Anschließend wird, wie in **Fig. 3** gezeigt, mittels der Rakel **215** der Streichvorrichtung **214** die aufgetragene zweite Paste **122** derart waagrecht über das Drucksieb **200** und zugleich senkrecht durch die Sieböffnungen **202** in Richtung der Druckauflage **210** gestrichen, dass auf der ersten Elektrodenteilschicht **111** die zweite Elektrodenteilschicht **112** ausgebildet wird.

[0029] Anschließend wird in Schritt **402** die zweite Elektrodenteilschicht **112** durch Wärmebestrahlung über 6 min getrocknet. Die auf diese Weise entstandene erste Elektrodenschicht **101** weist nach dem Trocknen **402** insgesamt ebenfalls eine nahezu quaderförmige Gestalt mit einer Überhöhung **301** des Randes von weniger als 5 µm und einem Kantenwinkel **300** von weniger als 5° auf.

[0030] In Verzweigungsschritt **403** wird erneut überprüft, ob noch eine weitere Elektrodenteilschicht siebgedruckt werden soll. Da dies nun nicht mehr der Fall ist („N“), wird das Verfahren mit Schritt **404** fortgesetzt. In Schritt **404** wird durch Siebdrucken mit einer dritten Paste auf der zweiten Elektrodenteilschicht **112** die Separatorschicht **110** des Energiespeichers **100** siebgedruckt. Die dritte Paste wird hierfür aus dem porösen Separatormaterial und Binder mit einem Epoxidharz und Essigsäurediethylenglycolmonobutyletherester als Lösungsmittel zubereitet, wobei die Zusammensetzung des Binders und der Lösungsmittelgehalt so eingestellt wird, dass die dritte Paste eine Ruheviskosität von 200 Pa s und eine Scherviskosität von 50 Pa s aufweist. Dieser Siebdruckvorgang wird vorzugsweise ebenfalls mittels der Siebdruckvorrichtung **212** aus **Fig. 2** durchgeführt.

[0031] Anschließend wird in Schritt **405** die Separatorschicht **110** durch Wärmebestrahlung über 6 min getrocknet. Die auf diese Weise entstandene Separatorschicht **110** weist nach dem Trocknen **405** insgesamt ebenfalls eine nahezu quaderförmige Gestalt mit einer Überhöhung **301** des Randes von weniger als 5 µm und einem Kantenwinkel **300** von weniger als 5° auf.

[0032] In Schritt **406** wird durch Siebdrucken mit einer vierten Paste auf der Separatorschicht **110** die zweite Elektrodenschicht **114** des Energiespeichers **100** ausgebildet. Die vierte Paste wird hierfür aus dem vorgesehenen metallischen Material wie Lithium oder Natrium und Binder zubereitet. Dieser Siebdruckvorgang wird vorzugsweise ebenfalls mittels der Siebdruckvorrichtung **212** aus **Fig. 2** durchgeführt. Anschließend wird in Schritt **409** die zweite Elektrodenschicht **114** durch Wärmebestrahlung über 6 min getrocknet.

[0033] In Schritt **410** wird durch Siebdrucken mit einer fünften Paste auf der zweiten Elektrodenschicht **114** die zweite metallische Ableiterschicht **116** des Energiespeichers **100** ausgebildet. Die fünfte Paste wird hierfür aus dem vorgesehenen metallischen Material wie Nickel und Binder zubereitet. Dieser Siebdruckvorgang wird vorzugsweise ebenfalls mittels der Siebdruckvorrichtung **212** aus **Fig. 2** durchgeführt. Anschließend wird in Schritt **411** die zweite metallische Ableiterschicht **116** durch Wärmebestrahlung über 6 min getrocknet.

[0034] Als nächstes soll die Herstellung einer anderen Ausführungsform eines Energiespeichers **100** gemäß einem weiteren Verfahren anhand von **Fig. 5A** bis **Fig. 5S** beschrieben werden, in denen jeweils zugehörige Schritte A-S des Verfahrens schematisch dargestellt sind. Soweit es sich bei den Schritten um Siebdruckschritte handelt, können diese z. B. mittels der in **Fig. 2** gezeigten Siebdruckvorrichtung **212** ausgeführt werden.

[0035] In einem in **Fig. 5A** dargestellten Schritt A wird auf einer nicht gezeigten Druckauflage, als welche die Druckauflage **210** der Siebdruckvorrichtung **212** verwendet werden kann, ein Gehäuseboden **501** des Energiespeichers **100** siebgedruckt. Hierfür wird eine durch Wärmestrahlung zu einem elektrisch nichtleitenden Werkstoff, der im Folgenden als Polyethylen angenommen werden soll, polymerisierbare Paste verwendet. Der resultierende Gehäuseboden **501** ist eine im Wesentlichen quaderförmige Schicht von ca. 200 µm bis 500 µm Dicke.

[0036] In Schritt B - dargestellt in **Fig. 5B** - wird der Gehäuseboden **501** über einen Zeitraum von ca. 6 min mit Wärmestrahlung **599** behandelt, um die Polymerisation des Polyethylens durchzuführen.

[0037] In Schritt C - dargestellt in **Fig. 5C** - wird auf dem Gehäuseboden **501** eine 10 µm dicke erste metallische Ableiterschicht **115** aus Nickel durch Auflegen oder Siebdrucken mit einer entsprechenden Paste aufgebracht. In Randnähe des Gehäusebodens **501** bleibt dabei ein streifenförmiger umlaufender Gehäuseseitenwandbereich, in dem auch ein erster Kontaktierbereich **512** und diesem gegenüber einen zweiten Kontaktierbereich **510** zur Kontaktierung des Energiespeichers **100** liegen, des Gehäusebodens **501** unbedeckt - bis auf den ersten Kontaktierbereich **512**, in dem sich die erste metallische Ableiterschicht **115** im Wesentlichen bis zum Rand des Gehäusebodens **501** erstreckt.

[0038] In Schritt D - dargestellt in **Fig. 5D** - wird die erste metallische Ableiterschicht **115** mit Wärmestrahlung **599** getrocknet. Die Dauer der Bestrahlung beträgt wie auch in nachfolgenden Bestrahlungsschritten ebenfalls ca. 6 min.

[0039] In Schritt E - dargestellt in **Fig. 5E** - wird eine erste Elektrodensteilschicht **111** mit einer Dicke von ca. 100 µm durch Siebdrucken auf die erste metallische Ableiterschicht **115** mit aufgetragen, wobei der erste Kontaktierbereich **512** ausgespart bleibt. Die hierfür verwendete Paste ist gleich zusammengesetzt und weist gleiche Eigenschaften auf wie die in Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 3** bereits beschriebene erste Paste **121**, weswegen auf eine nochmalige Erläuterung der Zusammensetzung hier verzichtet wird. In Schritt F - dargestellt in **Fig. 5F** - wird die erste Elektrodensteilschicht **111** mit Wärmestrahlung **599** getrocknet.

[0040] In Schritt G - dargestellt in **Fig. 5G** - wird eine zweite Elektrodensteilschicht **112** mit einer Dicke von ca. 50 µm durch Siebdrucken auf die erste Elektrodensteilschicht **111** aufgetragen. Die hierfür verwendete Paste ist gleich zusammengesetzt und weist gleiche Eigenschaften auf wie die in Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 3** bereits beschriebene zweite Paste **122**, enthält allerdings anstelle einer Beimischung eines porösen Separatormaterials einen entsprechenden Anteil eines ionischen Leiters. Die erste und zweite Elektrodensteilschicht **111**, **112** bilden gemeinsam eine erste Elektrodensteilschicht **101** des Energiespeichers **100**. In Schritt H - dargestellt in **Fig. 5H** - wird die zweite Elektrodensteilschicht **112** mit Wärmestrahlung **599** getrocknet.

[0041] In Schritt I - dargestellt in **Fig. 5I** - wird eine Separatorschicht **110** aus einem Festelektrolytmaterial mit einer Dicke von ca. 10 µm bis 30 µm durch Siebdrucken auf die zweite Elektrodensteilschicht **112** aufgetragen. Das Festelektrolytmaterial enthält den gleichen ionischen Leiter wie anteilmäßig bereits die zweite Elektrodensteilschicht **112**, so dass sich ein Konzentrationsgradient des ionischen Leiters von der zweiten Elektrodensteilschicht **112** in die Separatorschicht **110** ergibt. In Schritt J - dargestellt in **Fig. 5J** - wird die zweite Separatorschicht **110** mit Wärmestrahlung **599** getrocknet.

[0042] In Schritt K - dargestellt in **Fig. 5K** - wird im umlaufenden Gehäuseseitenwandbereich einschließlich eines innenliegenden Abschnitts des ersten Kontaktierbereichs **512** eine umlaufende Gehäuseseitenwand **502** durch Siebdrucken mit dem gleichen Material, das in Schritt A für den Gehäuseboden **501** verwendet wurde, auf den Gehäuseboden **501** bzw. die erste metallische Ableiterschicht **115** aufgebracht. Im außenliegenden Abschnitt des ersten Kontaktierbereichs **512** liegt die erste metallische Ableiterschicht **115** weiterhin frei. Die Oberkante der Gehäuseseitenwand **502** fluchtet in einem innenliegenden Abschnitt des zweiten Kontaktierbereichs **510** mit der Oberkante der Separatorschicht **110**, während sie in den übrigen Abschnitten ca. 10 µm höher als die Oberkante der Separatorschicht **110** liegt. In Schritt L

- dargestellt in **Fig. 5L** - wird die Gehäuseseitenwand **502** mit Wärmestrahlung **599** getrocknet.

[0043] In Schritt M - dargestellt in **Fig. 5M** - wird eine zweite Elektrodensteilschicht **114** durch Siebdrucken eines metallischen Materials, bei dem es sich um Lithium, Natrium oder ein anderes Alkalimetall handeln kann, auf die Separatorschicht **110** und den innenliegenden Abschnitt des zweiten Kontaktierbereichs **510** aufgebracht. Die zweite Elektrodensteilschicht **114** ist ca. 10 µm dick, so dass sie mit der Oberkante der Gehäuseseitenwand **502** bündig abschließt. In Schritt N - dargestellt in **Fig. 5N** - wird die zweite Elektrodensteilschicht **114** mit Wärmestrahlung **599** getrocknet. Alternativ zur Herstellung der zweiten Elektrodensteilschicht **114** durch Siebdrucken in Schritt M und N kann die zweite Elektrodensteilschicht **114** auch durch Sprühen aufgebracht werden.

[0044] In Schritt O - dargestellt in **Fig. 5O** - wird im zweiten Kontaktierbereich **510** eine ca. 10 µm dicke zweite metallische Ableiterschicht **116** aus Nickel durch Siebdrucken mit einer entsprechenden Paste aufgebracht. Die zweite metallische Ableiterschicht **116** liegt im außenliegenden Abschnitt des zweiten Kontaktierbereichs **510** direkt auf der Gehäuseseitenwand **502**, im innenliegenden Abschnitt des zweiten Kontaktierbereichs **510** auf der zweiten Elektrodensteilschicht **114**, wird jedoch im gesamten zweiten Kontaktierbereich **510** mechanisch durch die Gehäuseseitenwand **502** abgestützt. In Schritt P - dargestellt in **Fig. 5P** - wird eine Höhenausgleichsschicht **503** der Dicke 10 µm mit dem gleichen Material, das für den Gehäuseboden **501** und die Gehäuseseitenwand **502** verwendet wurde, auf die noch freiliegenden Abschnitte der zweiten Elektrodensteilschicht **114** und der Gehäuseseitenwand **502** siebgedruckt. In Schritt Q - dargestellt in **Fig. 5Q** - werden die zweite metallische Ableiterschicht **116** und die Höhenausgleichsschicht **503** mit Wärmestrahlung **599** getrocknet bzw. polymerisiert.

[0045] In Schritt R - dargestellt in **Fig. 5R** - wird ein quaderförmiger Gehäusedeckel **504** einer Dicke von ca. 200 µm durch Siebdrucken mit dem gleichen Material, das für den Gehäuseboden **501**, die Gehäuseseitenwand **502** und die Höhenausgleichsschicht **503** verwendet wurde, auf die Höhenausgleichsschicht **503** und - unter Aussparen des außenliegenden Abschnitts des zweiten Kontaktierbereichs **510** - die zweite metallische Ableiterschicht **116** aufgebracht. In Schritt S - dargestellt in **Fig. 5S** - wird der Gehäusedeckel **504** mit Wärmestrahlung **599** getrocknet bzw. polymerisiert.

[0046] Der hergestellte Energiespeicher **100** kann durch die in den außenliegenden Abschnitten des ersten Kontaktierbereichs **512** und des zweiten Kontaktierbereichs **510** jeweils freiliegenden Enden der ersten metallischen Ableiterschicht **115** und der zwei-

ten metallischen Ableiterschicht **116** von oben elektrisch kontaktiert werden, wobei mechanische Belastungen in das Gehäuse abgeleitet werden, ohne das Zellelement **102** zu beeinträchtigen.

[0047] Fig. 6 zeigt einen weiteren Energiespeicher **100**, der einen ähnlichen Aufbau hat, jedoch nicht nur ein einzelnes Zellelement **102**, sondern einen Zellstapel **104** mit mehreren elektrisch in Reihe geschalteten Zellelementen **102**, **102'**, **102''** aufweist. Der Energiespeicher **100** kann mit einem Herstellungsverfahren hergestellt werden, das weitgehend mit dem anhand von Fig. 5A bis Fig. 5S beschriebenen übereinstimmt. Um Wiederholungen zu vermeiden, werden nachfolgend lediglich die Unterschiede dargestellt.

[0048] Nachdem Verfahrensschritte wie in Fig. 5A bis Fig. 5J gezeigt ausgeführt wurden, wird ähnlich wie in Fig. 5K gezeigt eine Gehäusesseitenwand **501** ausgebildet, die jedoch in Gänze die Separatorschicht **110** um 10 µm überragt. Anschließend wird eine zweite Elektroden-schicht **114** ähnlich wie in Fig. 5M gezeigt auf die Separatorschicht **110**, nicht jedoch auf die Gehäusesseitenwand **502** aufgebracht, so dass die Gehäusesseitenwand **502** und die Separatorschicht **110** nach oben bündig miteinander abschließen.

[0049] Danach wird eine dritte metallische Ableiterschicht **117** auf die zweite Elektroden-schicht **114** und einen ringförmig an diese angrenzenden innenliegenden Abschnitt der Gehäusesseitenwand **502** aufgebracht, was auf die gleiche Weise wie bei der in der vorhergehenden Ausführungsform für die zweite metallische Ableiterschicht **116** erfolgen kann. Hierauf werden, um ein zweites Zellelement **102'** des Zellstapels zu bilden, die Fig. 5E bis Fig. 5J entsprechenden Verfahrensschritte wiederholt, wobei die erste Elektroden-schicht **111** des zweiten Zellelements **102'** auf die dritte metallische Ableiterschicht **117** aufgebracht wird. Auf die beschriebene Weise können wie in Fig. 6 gezeigt drei oder mehr Zellelemente **102**, **102'**, **102''** ausgebildet werden, die über dazwischenliegende metallische Ableiterschichten **117** elektrisch miteinander in Reihe geschaltet und bezüglich ionischer Leiter voneinander getrennt sind.

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

- US 5035965 A [0004]
- FR 2690567 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Energiespeichers (100), umfassend folgende Schritte:

Siebdrucken, auf einer Druckauflage (210), welche zur Auflage eines Zellelements (102, 102', 102'') des Energiespeichers (100) ausgebildet ist, einer Gehäuseseitenwand (502, 502', 502'') des Energiespeichers (100); und

Siebdrucken, auf zumindest einem Abschnitt der Gehäuseseitenwand (502, 502', 502''), einer metallischen Ableiterschicht (116, 117) zur elektrischen Kontaktierung einer oberen Elektrodenschicht (114) des Zellelements (102, 102', 102'').

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Siebdrucken der metallischen Ableiterschicht (117) auf im Wesentlichen der gesamten oberen Elektrodenschicht (114) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Siebdrucken der metallischen Ableiterschicht (117) sich auf einen die obere Elektrodenschicht (114) ringförmig umgebenden Abschnitt der Gehäuseseitenwand (502, 502') erstreckt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Schritt des Siebdruckens, auf der metallischen Ableiterschicht (117), einer unteren Elektrodenschicht (111) eines weiteren Zellelements (102', 102'') des Energiespeichers (100), so dass die untere Elektrodenschicht (111) des weiteren Zellelements (102', 102'') elektrisch mit der oberen Elektrodenschicht (114) verbunden ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Schritt des Siebdruckens, auf der Gehäuseseitenwand (502, 502'), einer weiteren Gehäuseseitenwand (502', 502'') des Energiespeichers (100).

6. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend einen Schritt des Siebdruckens, auf der metallischen Ableiterschicht (116), eines Gehäusedeckels (504) des Energiespeichers (100) derart, dass neben dem Gehäusedeckel (504) ein Kontaktierungsabschnitt der metallischen Ableiterschicht (116) freiliegt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Schritt des Siebdruckens, auf der Druckauflage (210), eines Gehäusebodens (501) des Energiespeichers (100).

8. Energiespeicher (100), aufweisend:
ein Zellelement (102, 102', 102'') mit einer oberen Elektrodenschicht (114);
eine Gehäuseseitenwand (502, 502', 502''), welche das Zellelement (102, 102', 102'') umgibt; und

eine metallische Ableiterschicht (116, 117), welche auf zumindest einen Abschnitt der Gehäuseseitenwand (502, 502', 502'') gedruckt ist und die obere Elektrodenschicht (114) des Zellelements (102, 102', 102'') elektrisch kontaktiert.

9. Energiespeicher (100) nach Anspruch 8, wobei sich die metallische Ableiterschicht (116, 117) über im Wesentlichen die gesamte obere Elektrodenschicht (114) und einen die obere Elektrodenschicht (114) ringförmig umgebenden Abschnitt der Gehäuseseitenwand (502, 502') erstreckt, ferner aufweisend: ein weiteres Zellelement (102', 102'') mit einer unteren Elektrodenschicht (111), welche derart auf die metallische Ableiterschicht (117) gedruckt ist, dass die untere Elektrodenschicht (111) des weiteren Zellelements (102', 102'') elektrisch mit der oberen Elektrodenschicht (114) verbunden ist.

10. Energiespeicher (100) nach Anspruch 8, ferner aufweisend einen Gehäusedeckel (504), welcher derart auf die metallische Ableiterschicht (116) gedruckt ist, dass neben dem Gehäusedeckel (504) ein Kontaktierungsabschnitt der metallischen Ableiterschicht (116) freiliegt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

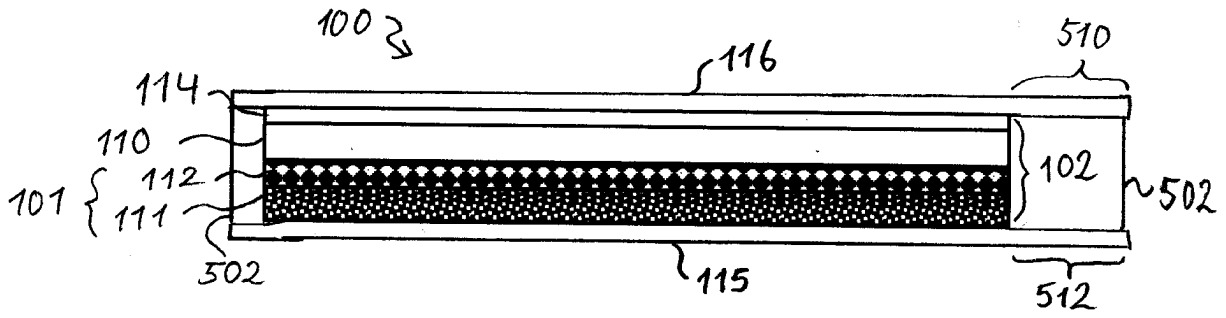


Fig. 1

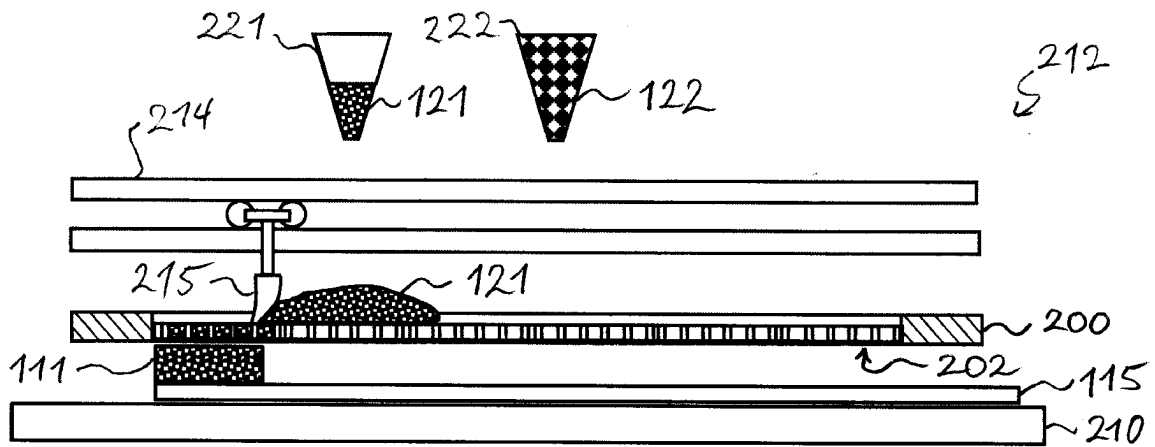


Fig. 2

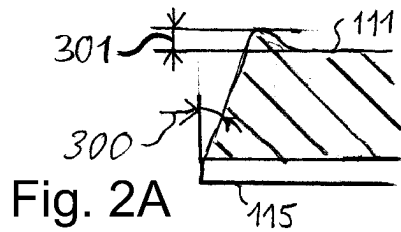


Fig. 2A

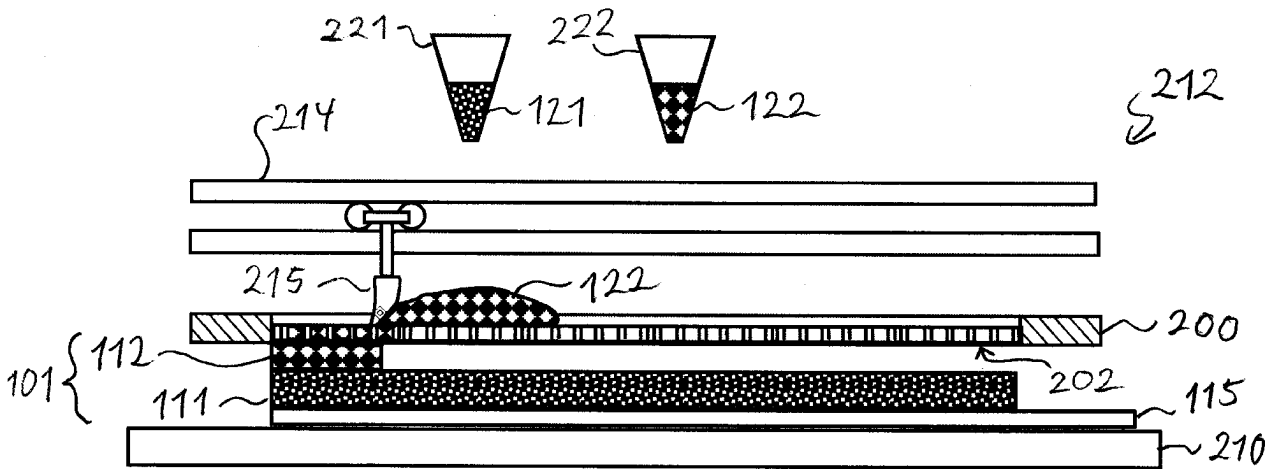


Fig. 3

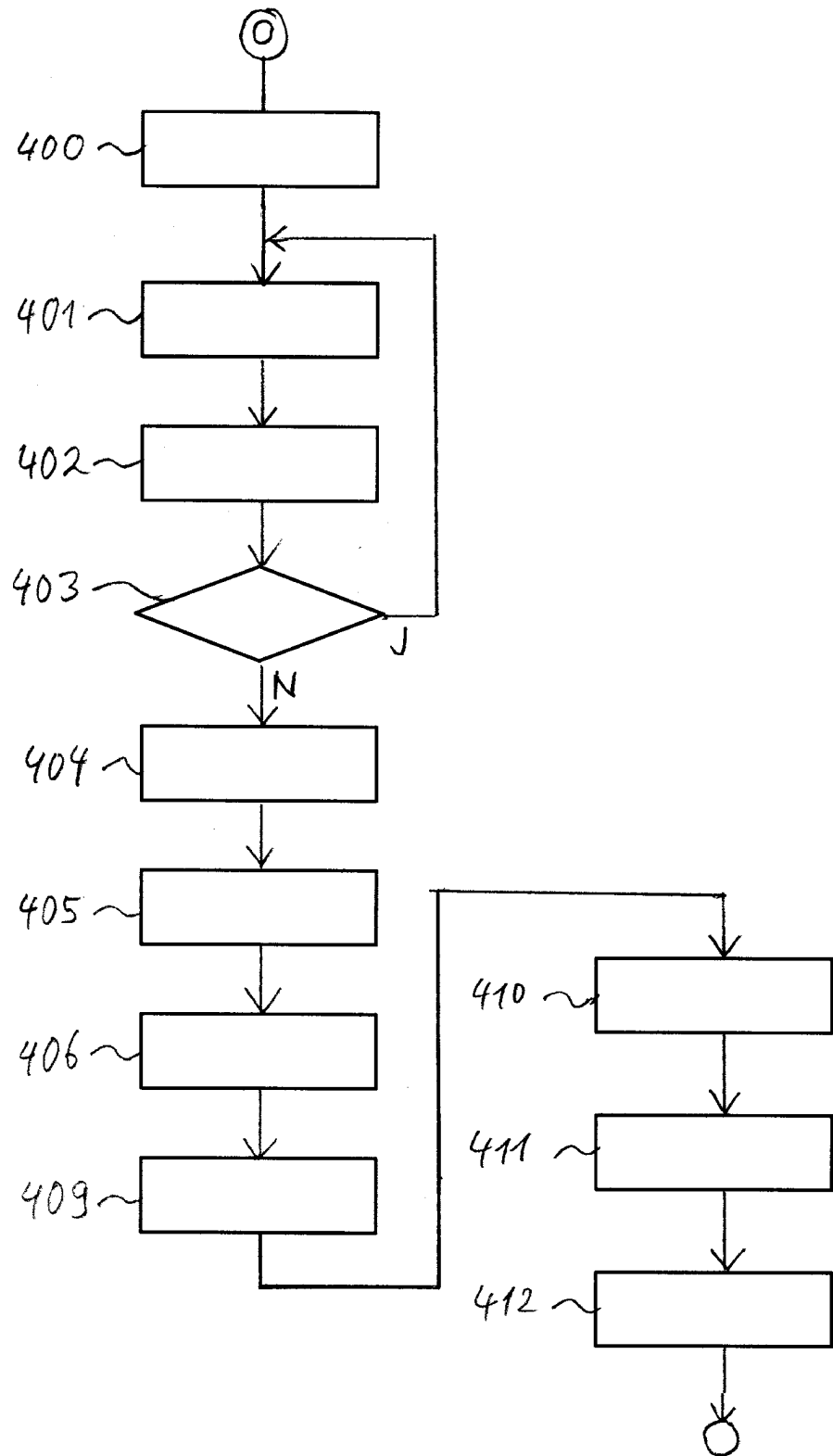


Fig. 4

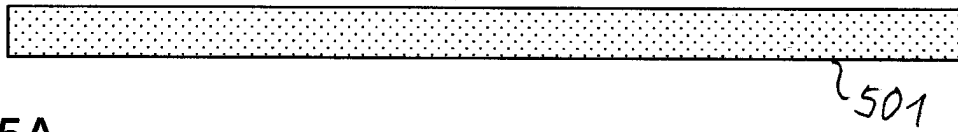


Fig. 5A

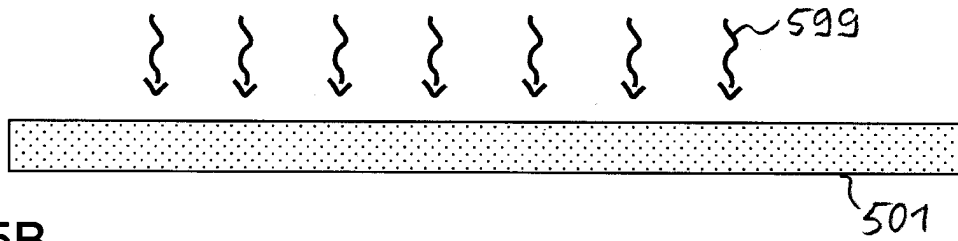


Fig. 5B

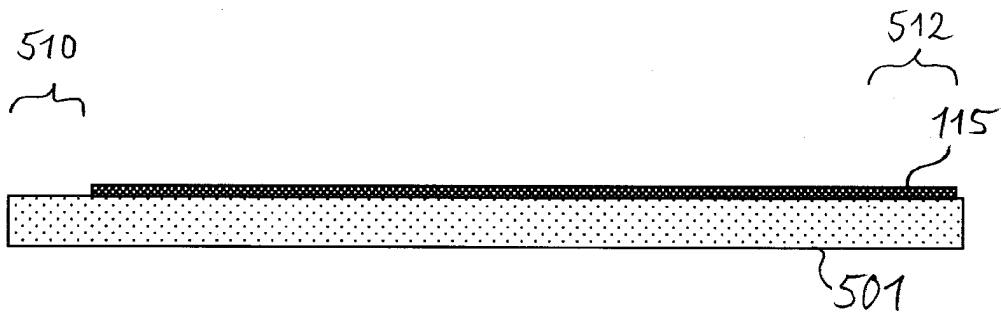


Fig. 5C

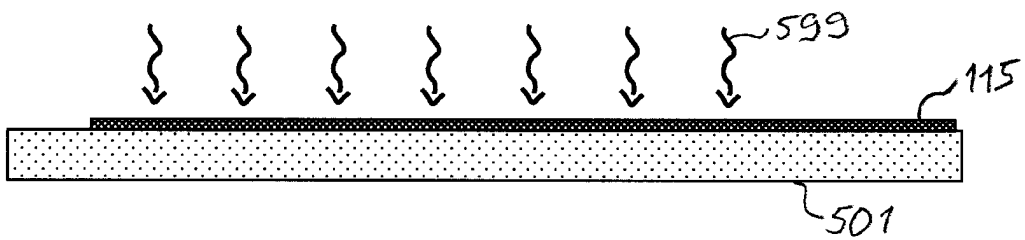


Fig. 5D

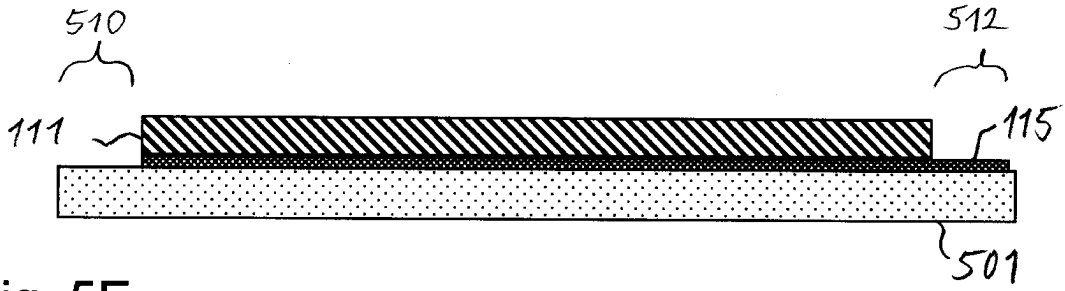


Fig. 5E

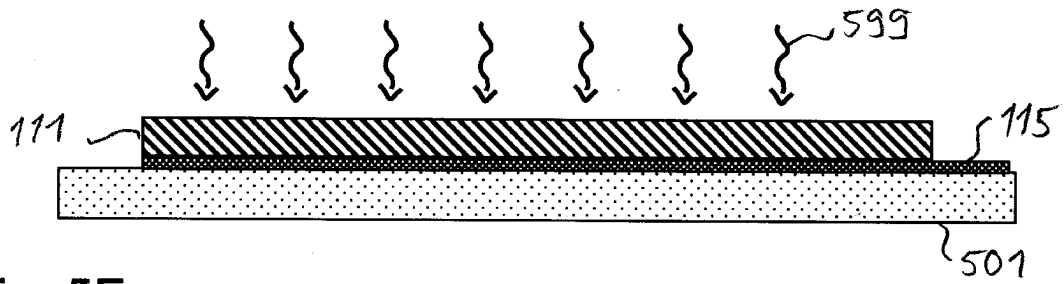


Fig. 5F

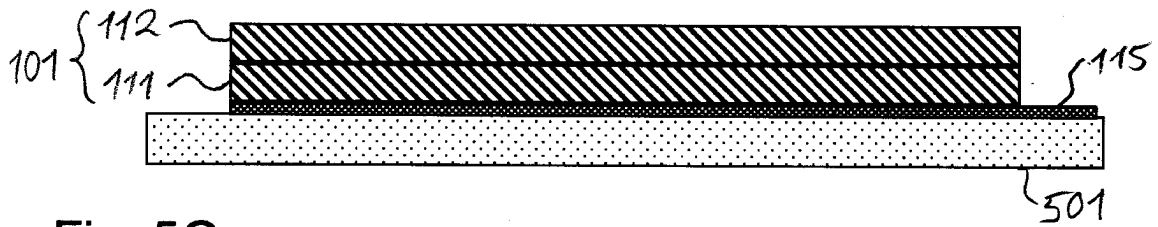


Fig. 5G

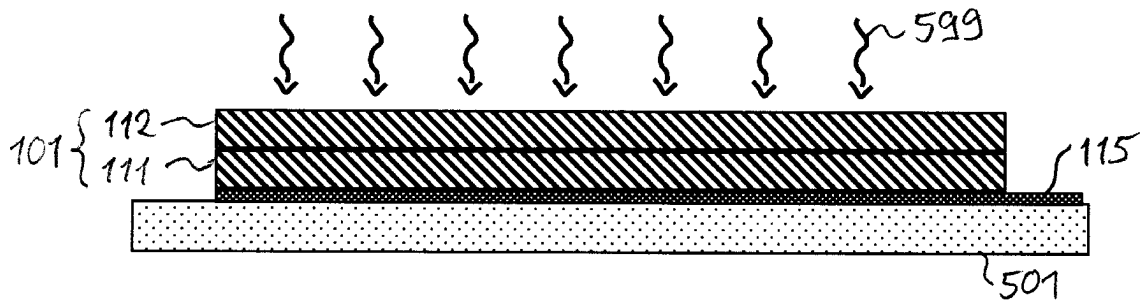


Fig. 5H

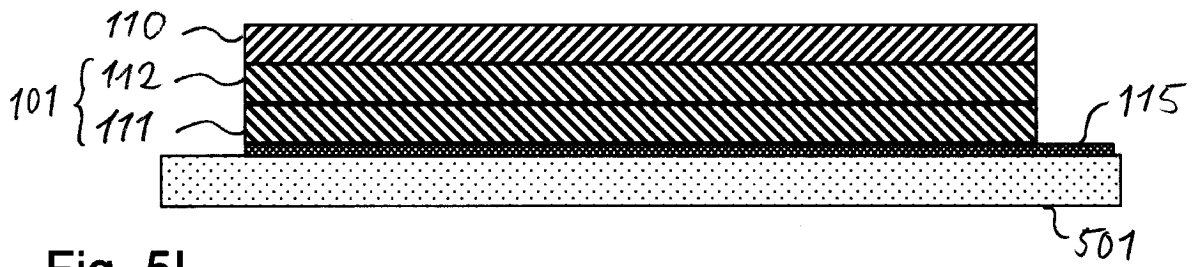


Fig. 5I

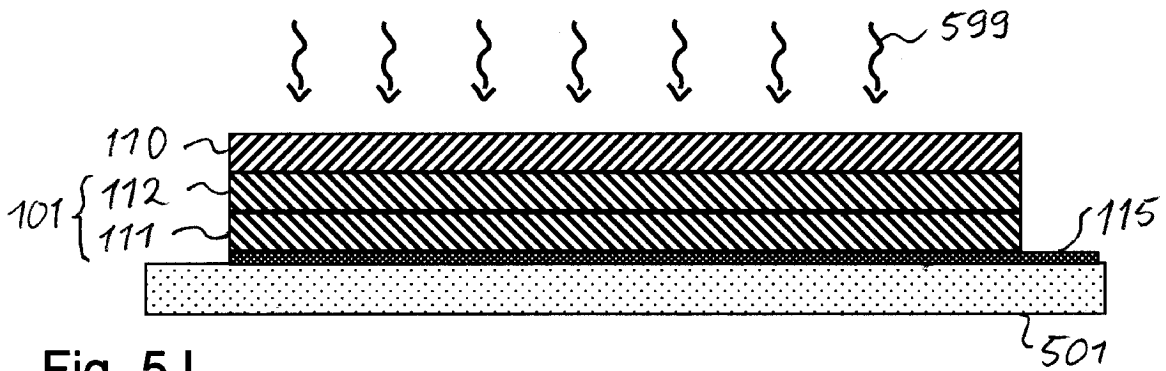


Fig. 5J

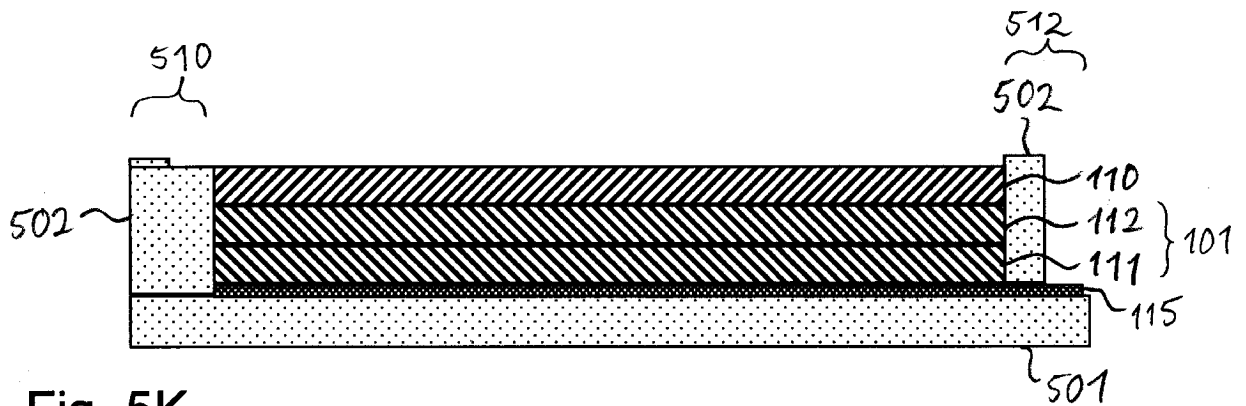


Fig. 5K

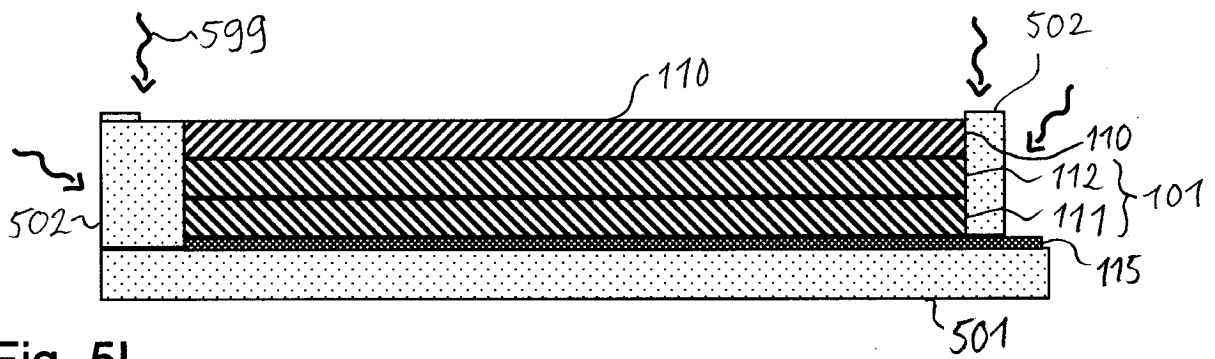


Fig. 5L

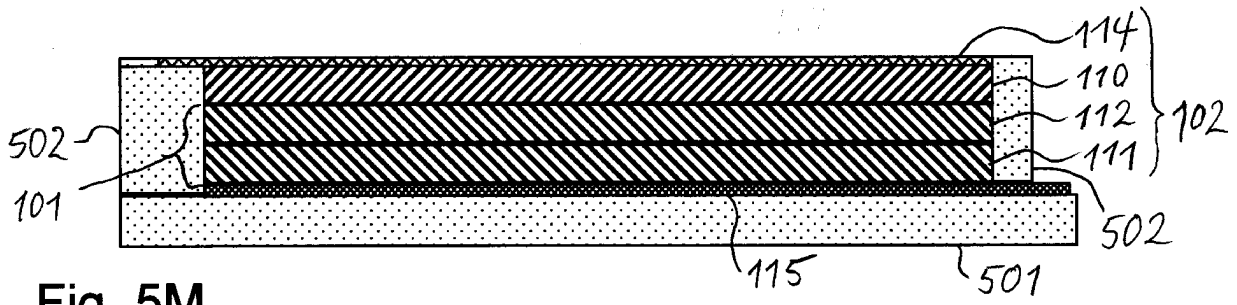


Fig. 5M

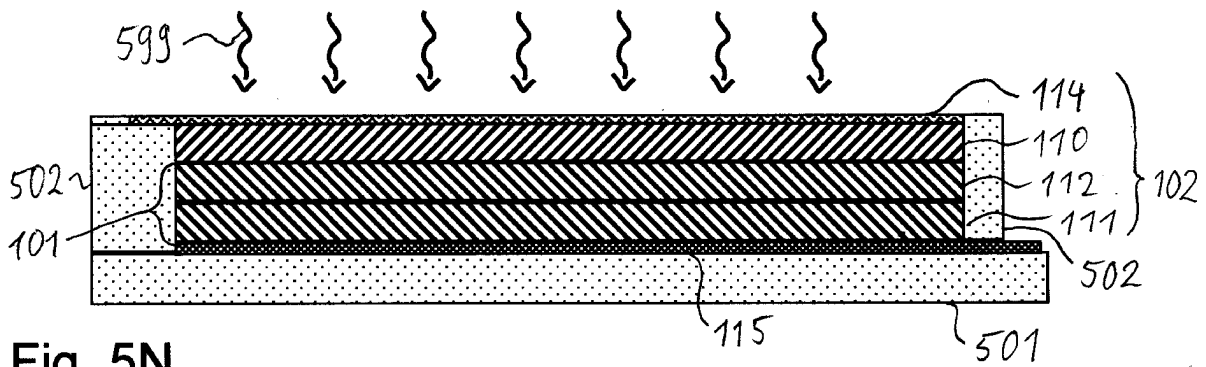


Fig. 5N

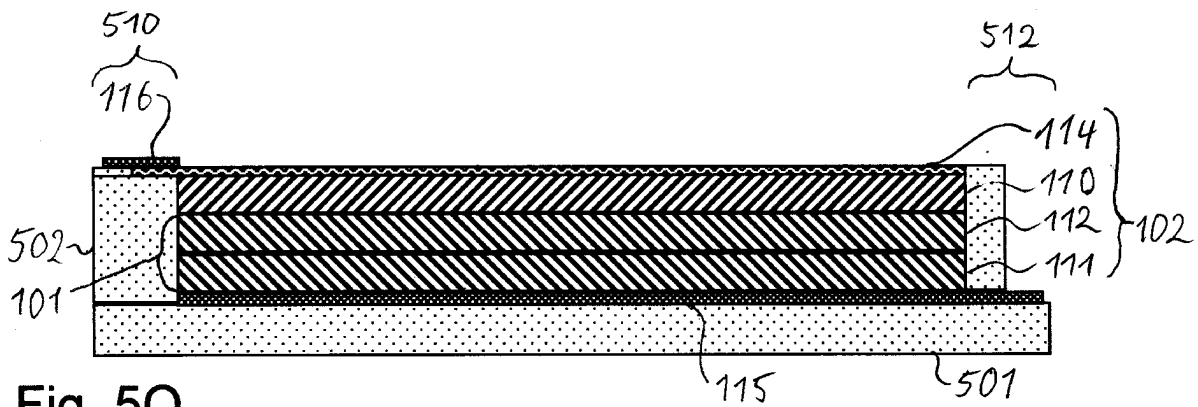


Fig. 5O

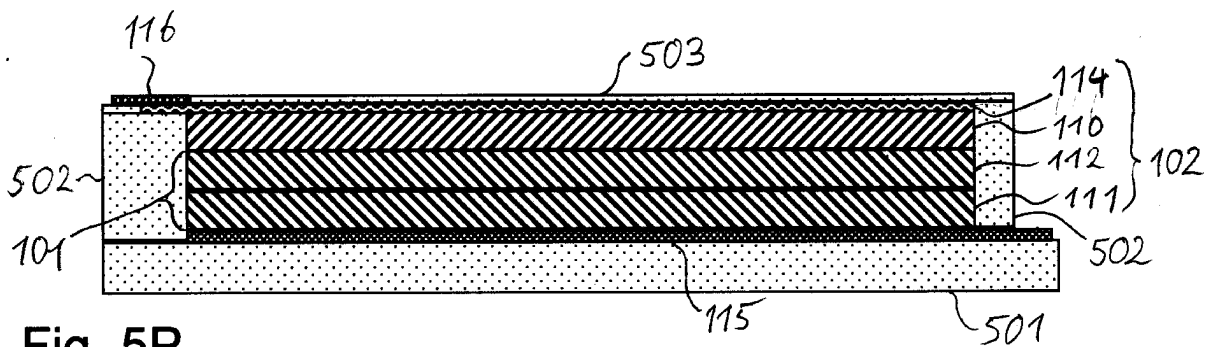


Fig. 5P

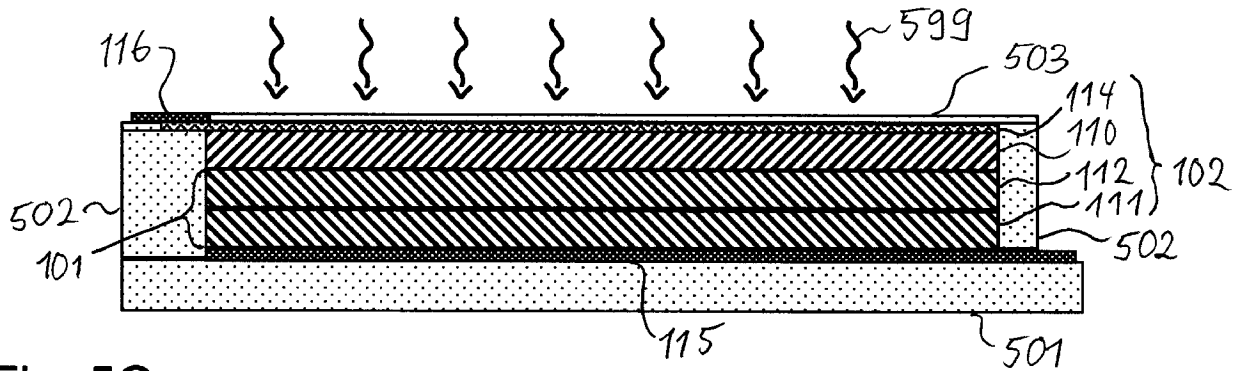


Fig. 5Q

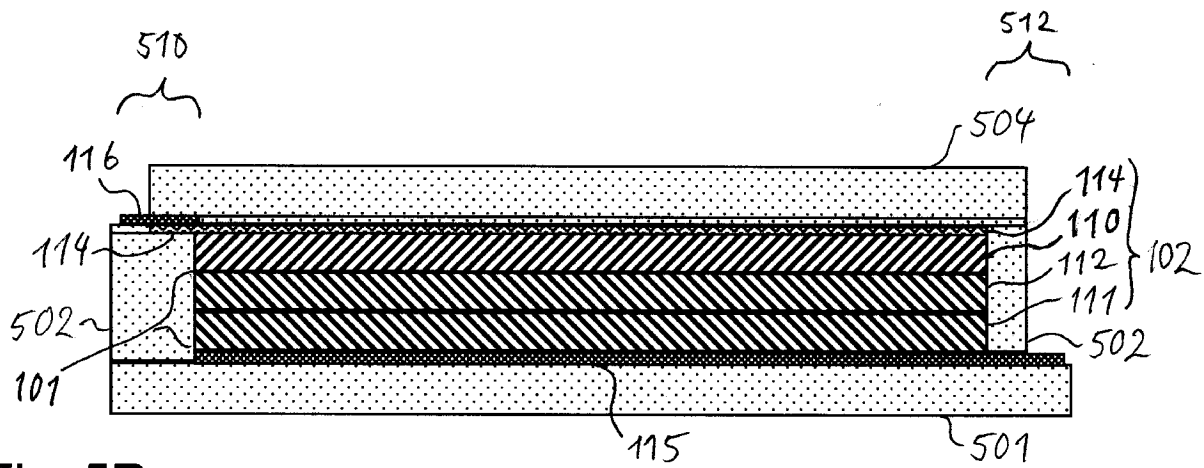


Fig. 5R

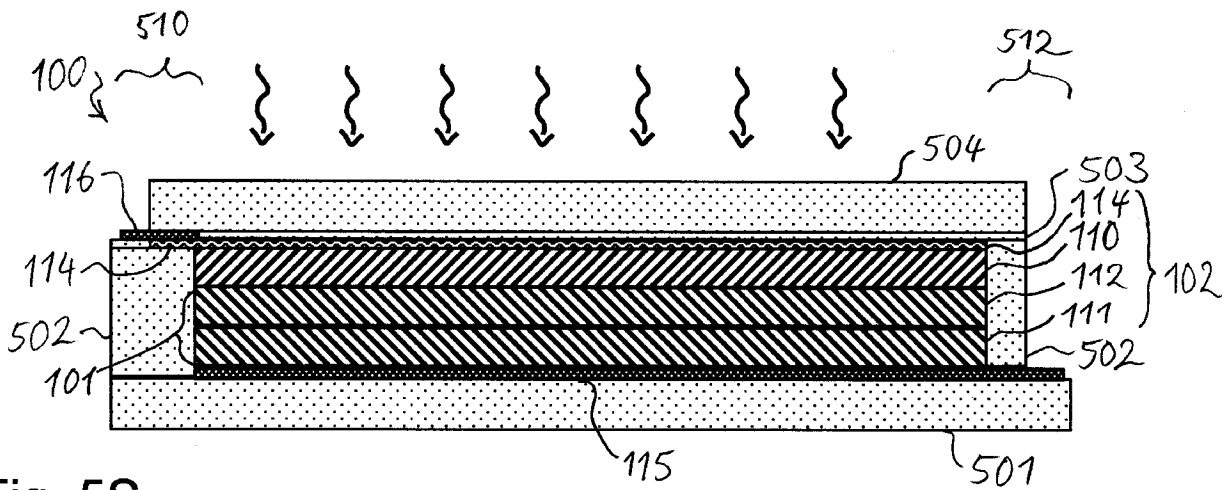


Fig. 5S

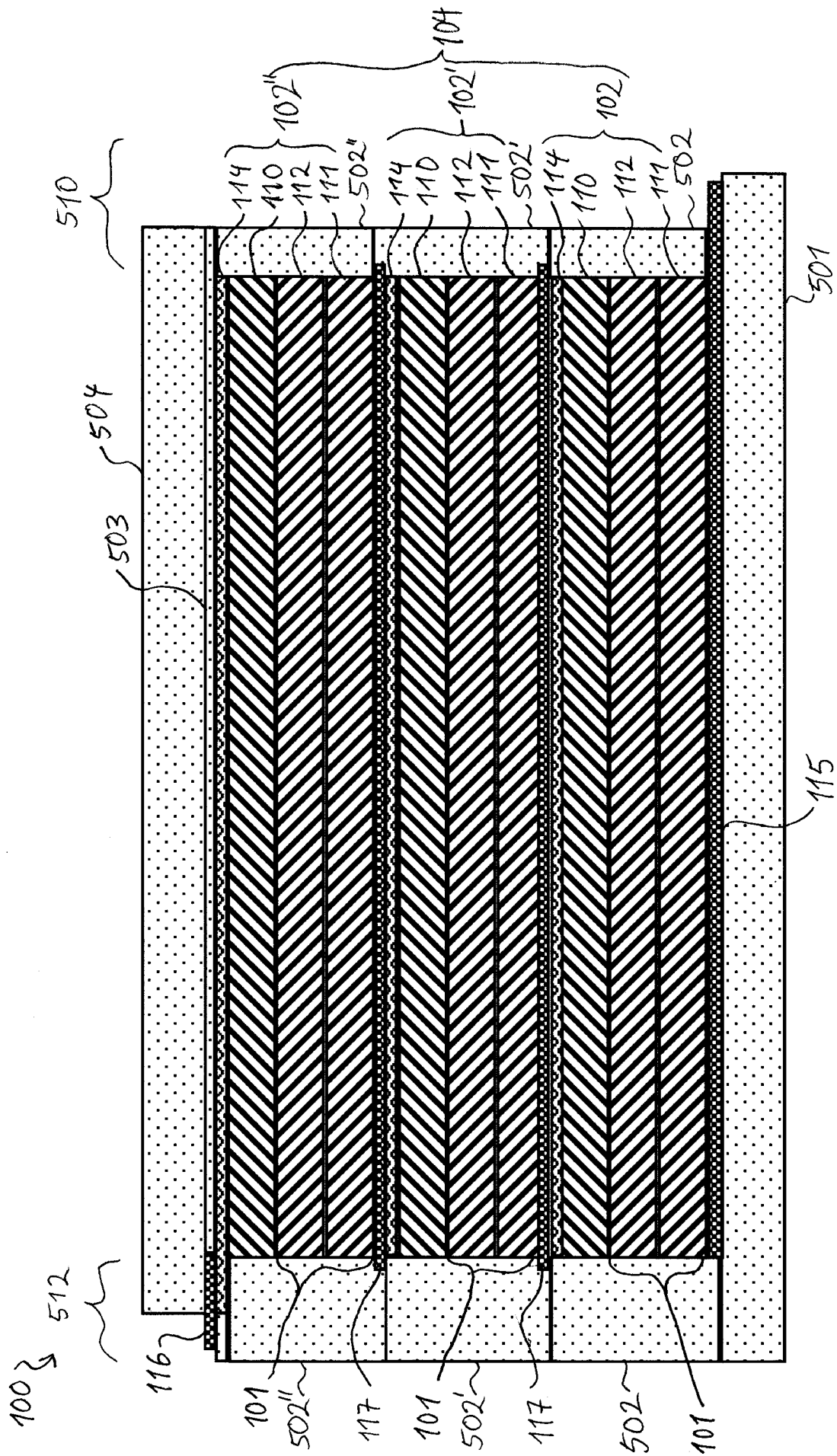


Fig. 6